

## STE(A)M IT INTEGRATED LEARNING SCENARIO

# Catapults in STEM and their historical use

Greek History, ICT, Physics, Mathematics



**USE IT IN YOUR CLASSROOM**



Funded by the European Union's ERASMUS+ programme, grant agreement 612845-EPP-1-2019-1- BE-EPPKA3-PI-FORWARD), and coordinated by European Schoolnet (EUN - the network of 32 European Ministries of Education), in partnership with Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa (INDIRE), Università Telematica degli Studi IUL, Ministry Of Science And Education Of The Republic Of Croatia, Ministério da Educação – Direção-Geral da Educação (DGE) and University Of Cyprus, the STE(A)M IT project is about creating and testing a conceptual framework of reference for integrated STE(A)M education, with a particular focus on the contextualization of STEM teaching, especially through industry-education cooperation. The creation of this learning scenario has been made possible thanks to the project's focus group of teachers who co-designed and tested the STE(A)M learning scenarios that will contribute to the overall STE(A)M framework. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## INTRODUZIONE

Per aumentare l'interesse degli studenti nelle materie STEM è fondamentale riconsiderare il modo in cui queste vengono insegnate. Le STEM integrate combinano le lezioni di materie scientifiche con altre discipline del settore umanistico per renderle più verosimile alle sfide del mondo reale. Il progetto STE(A)M-IT ha creato e sperimentato un framework coinvolgendo stakeholder di diversi ambiti e provenienti da diversi paesi e settori. Lo scenario didattico proposto dal framework STE(A)M-IT prevede la combinazione di almeno tre discipline per ogni percorso didattico, di cui due provenienti dalle discipline scientifiche e la terza preferibilmente dalle discipline non STEM. Un approccio integrato alle STEM ha lo scopo di formare cittadini capaci di prendere decisioni informate nella vita quotidiana, intraprendere carriere STEM e guidare l'innovazione, promuovendo l'apprendimento profondo e migliorando le competenze del XXI secolo.

## LA CATAPULTA COME MACCHINA FUNZIONANTE NELLE LEZIONI STEM E COME MACCHINA DA GUERRA IN STORIA

### **Autori**

**Nikolas Nikolaou** (insegnante di fisica, insegnante coordinatore),

**Georgios Parisinos** (insegnante di matematica),

**Spyros Onisilou** (insegnante di tecnologia informatica),

**Maria Hatjimichael Pouliaou** (insegnante di storia e lingua greca)

### **Sintesi**

La **catapulta** è un meccanismo usato per lanciare con forza pietre, lance o altri proiettili. È usata principalmente come arma militare fin dall'antichità. Le catapulte venivano usate dagli antichi Greci, dagli antichi Cinesi e dai Romani in modo da poter scagliare frecce, dardi e pietre contro i soldati nemici. Le catapulte furono inoltre utilizzate dai Romani per conquistare Costantinopoli per la prima volta incendiando olio. Tutte queste informazioni possono essere utilizzate per incuriosire gli studenti sull'uso esatto delle catapulte nella storia, ma anche per conoscere come funziona una catapulta e cosa la rende efficace. Per questo, esamineremo alcune funzionalità secondo i principi della Fisica, come viene misurato il proiettile della catapulta secondo i principi della matematica e anche come possiamo estrarre i nostri dati sperimentali durante la materia Tecnologia informatica nelle nostre classi.



## Licenze



**Attribuzione CC BY.** Questa licenza consente ad altri di distribuire, remixare, modificare e sviluppare il tuo lavoro, anche commercialmente, se ti riconoscono la creazione originale. Questa è la più accomodante delle licenze offerte. Consigliata per la massima diffusione e utilizzo di materiali su licenza.

## Materia/e

**Materia non STEM 1: Storia greca:** le informazioni acquisite in questa materia stimoleranno la curiosità degli studenti nei confronti della Storia, rispetto alle prime forme di utilizzo delle catapulte e al modo in cui sono state utilizzate.

**Materia STEM 1: Fisica:** in fisica lavoreremo con i dati sperimentali del proiettile orizzontale mostrando così il collegamento tra il proiettile di una catapulta e l'angolazione. Inoltre, vedremo il comportamento della pallottola con i dati sperimentali che saranno la combinazione delle altre 2 lezioni STEM.

**Materia STEM 2: Matematica:** collegamento tra la retta parabola e le nostre misurazioni e linearizzazione delle rette in modo da poter utilizzare i nostri dati sperimentali per ottenerne altri. Rendere i dati sperimentali un'equazione lineare in modo da poter utilizzare la pendenza della retta

**Materia STEM 3: TIC:** imparare dagli strumenti online a lavorare con i grafici per disegnare i dati sperimentali in retta parabola e anche in pendenza lineare (linearizzazione dei dati sperimentali)

## Domande sulla vita reale

- Studiare lo sport in STEM: in che modo il lancio del martello, del giavellotto, della sfera, del disco e della palla da basket si relaziona con le STEM?



Figura 1: i bozzetti degli atleti sono disponibili nel link (fonte: <https://favpng.com/>)

- Cosa dobbiamo sapere per essere bravi atleti in queste categorie?
- In che modo queste e molte altre categorie atletiche si riferiscono alle catapulte?
- Cos'è la catapulta?
- Dove usiamo le catapulte nella nostra vita quotidiana?



- Dove e quando l'umanità ha usato le catapulte nella storia?
- Ci sono tecniche nel basket per trovare il canestro che ricordano le catapulte?
- Il proiettile della catapulta (e le categorie atletiche che abbiamo menzionato) è collegato a lezioni STEM o non STEM?

### Obiettivi della lezione

- Linearizzazione (approssimazione lineare) in Matematica – cos'è, perché è necessaria e come viene fatta graficamente – come viene fatta graficamente e algebricamente
- Migliore comprensione della separazione del movimento nei diversi assi in fisica
- Utilizzo di strumenti/ software online per tracciare grafici utilizzando dati sperimentali – linearizzazione del grafico
- Acquisire conoscenze sulla storia delle catapulte nella storia greca
- Dipendenza del proiettile dalla velocità iniziale e dall'angolazione della catapulta o del colpo laterale
- Stabilire il collegamento tra l'intervallo di valori della distanza orizzontale e verticale e la velocità e l'angolazione di tiro del proiettile nella catapulta

### Collegamento con le carriere STEM

Le catapulte si riferiscono a molti cannoni di difesa militare (hanno lo stesso stato fisico nella preparazione iniziale). Le catapulte e le scienze dello sport, soprattutto nei Giochi olimpici, sono legate alla meccanica e all'ingegneria del corpo e della potenza umani. Tutte le informazioni e le conoscenze acquisite possono indirizzare gli studenti verso temi di ingegneria e scienze.

Gli studenti delle scuole superiori utilizzeranno materiali della nostra vita quotidiana per costruire una catapulta funzionante. Il progetto integra frazioni, geometria e altri elementi matematici essenziali in questa lezione in aula. Attraverso le lezioni applicate, le competenze matematiche degli studenti vengono rafforzate e vengono presentate le carriere in Scienze, Tecnologia, Ingegneria e Matematica (STEM). Questo scenario di apprendimento introduce gli studenti alla scienza dell'Ingegneria utilizzando la fisica, la matematica e l'IT in modo da comprendere prima la costruzione e dopo il proiettile delle catapulte. Catapulte più efficienti significano una maggiore conoscenza dell'efficienza in Geometria e altre materie matematiche e fisiche essenziali.

### Età degli studenti

Dai 16 ai 17 anni

### Tempo

**Tempo di preparazione: 90 minuti**

**Tempo di insegnamento:**



- Preparazione: 45 minuti
- Materia STEM 1: 90 minuti
- Materia STEM 2: 90 minuti
- Materia STEM 3: 90 minuti
- Materia non STEM: 90 minuti

### Risorse didattiche (materiale e strumenti online)

#### **Materiali:**

*Per la lezione di preparazione (nelle foto sottostanti è possibile vedere i materiali che ogni gruppo deve avere)*

- un cucchiaio di plastica e una pallina con 2 bastoncini grandi iniziali per ogni gruppo di studenti
- 12 bastoncini piccoli per ogni gruppo di studenti
- Fasce di gomma
- Un tappo di bottiglia per ogni gruppo di studenti
- Una palla per ogni gruppo di studenti



*Figura 2: materiali da utilizzare per la costruzione del decathlon nella materia della Fisica e attività correlate (fonte: foto proprie del dott. George Tsalakos)*

### Per le lezioni STEM e non STEM

Lavagna interattiva

#### **2° gruppo di studenti**

- Computer e software di video tracking (<http://physlets.org/tracker/>)
- Filmato (Physics\_Projectile\_Motion\_angry\_birds.mp4). Il filmato può essere scaricato dal link: <http://physics.divinechildhighschool.org/Home/old-projects/physics-of-sports/physics-of-sports-resources/angry-birds---video-analysis>
- Righello (in millimetri)
- Carta millimetrata
- Matita

#### **1°, 3° e 4° gruppo di studenti**

- Supporto/tavolo



- Mini launcher (Pasco, se non si ha, è possibile lavorare con la catapulta e misurare l'angolazione e la velocità della palla)
- Palla di ferro (16 mm)
- Righello/nastro lungo 2 m (calibrato in millimetri)
- Pasta d'olio
- Carta/velina

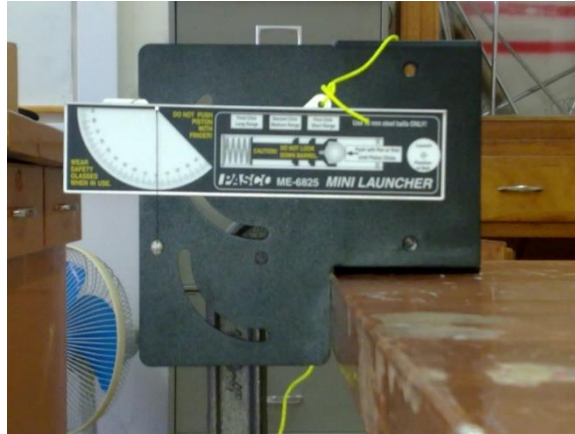


Figura 3: fonte: foto proprie

**Strumenti online:**

Software di video tracking (<http://physlets.org/tracker/>)

Filmato (Physics\_Projectile\_Motion\_angry\_birds.mp4):

<http://physics.divinechildhighschool.org/Home/old-projects/physics-of-sports/physics-of-sports-resources/angry-birds---video-analysis>

Google Spreadsheets: <https://docs.google.com/spreadsheets/>

GeoGebra: <https://www.geogebra.org/>

Graph 4.4.2: <https://www.padowan.dk/>

**Video:**

- Artiglieria d'assedio con catapulta - Battaglia dei castelli con Dan Snow:  
<https://www.youtube.com/watch?v=pR26RMI9T8c&t=41s>
- Artiglieria d'assedio con manganella - Battaglia dei castelli con Dan Snow:  
<https://www.youtube.com/watch?v=yi4p8ZR4n28>
- Artiglieria d'assedio con petriera - Battaglia dei castelli con Dan Snow:

<https://www.youtube.com/watch?v=wFzFnLOpZYM>

**Abilità del XXI secolo**

Questo piano di lezione migliorerà tra gli studenti le seguenti abilità, definite come abilità del XXI secolo:

**Collaborazione:** gli studenti lavorano in gruppo



**Creatività:** gli studenti sperimentano diversi approcci per costruire le proprie catapulte

**Pensiero critico:** gli studenti concettualizzeranno come costruiranno la loro catapulta e anticiperanno come costruire la catapulta vincente. Inoltre, penseranno al modo in cui qualsiasi relazione può essere espressa come lineare in matematica

**Competenze informatiche, multimediali e tecnologiche:** gli studenti lavoreranno anche con strumenti/software online e utilizzeranno fonti di Internet per trovare informazioni sulle attività che devono svolgere nelle lezioni di storia. Inoltre, gli studenti miglioreranno e praticheranno le loro abilità di presentazione.

**Abilità di vita e di carriera:** dal momento che stanno migliorando e lavorando sulle loro capacità di pensiero critico e anche sulle loro capacità tecnologiche questo percorso offrirà loro alcune abilità che useranno nella vita e nella carriera.

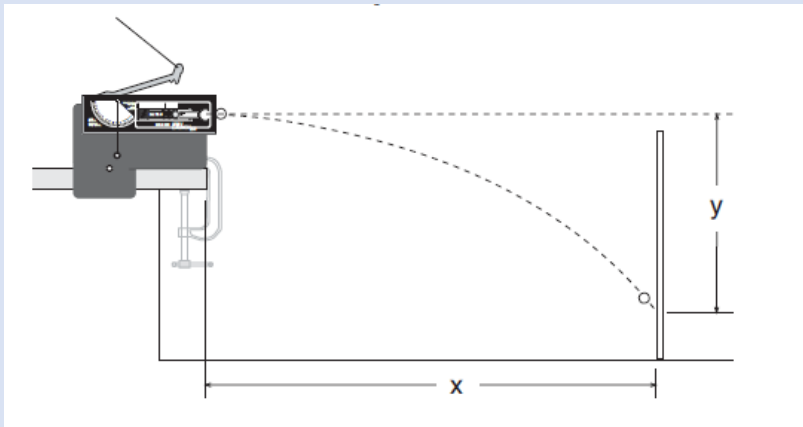
### Il piano di lezione<sup>1</sup>

L'insegnamento e l'apprendimento STEM integrati sono favoriti da approcci pedagogici specifici (PBL, IBL, ecc.). Al fine di agevolare la ricerca e la progettazione delle attività da parte degli insegnanti, nell'Allegato 1 viene presentata una selezione di tali approcci. È obbligatorio mantenere l'Allegato 1 nello scenario di apprendimento e citarlo ove necessario.

Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
<b>1^ lezione</b>		
<b>Brainstorming e discussione</b>	L'insegnante ha un cucchiaio di plastica e una palla che rappresenta una catapulta di fortuna se la teniamo con una mano sul tavolo. Gli studenti guardano un video e l'insegnante dimostra ulteriormente come possiamo lanciare la palla con il cucchiaio.	<b>8'</b>
	Le seguenti istruzioni sono utilizzate per organizzare una gara: Hai due grandi bastoni, dodici piccoli bastoni, elastici di gomma, un tappo di bottiglia e una palla. Con questi materiali sarà necessario realizzare una catapulta che lancerà la palla per quanto possibile. Alla fine dell'anno ogni squadra lancerà la palla e verrà misurata la distanza di lancio. Quando si spara, un grosso bastone deve poggiare continuamente sul tavolo. La squadra vincitrice sarà quella in grado di lanciare la palla più lontano. (Tsalakos e Polykarpoulou, 2016)	<b>20'</b>

<sup>1</sup> Per questo scenario di apprendimento sono state progettate dal team di insegnanti diverse schede di lavoro a uso degli studenti. Esse sono riportati nell'Allegato 3.



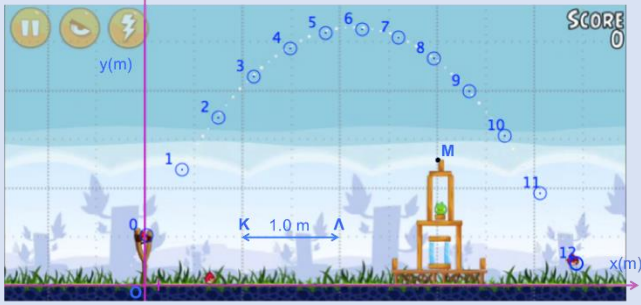
Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	Domande dopo la gara: 1. Cosa pensi che questa squadra abbia fatto meglio affinché la palla andasse più lontano? 2. Quale squadra ha lanciato la palla più in alto? 3. Cosa miglioreresti affinché la palla vada più lontano? 4. Cosa miglioreresti affinché la palla vada più in alto? 5. Dove può essere utilizzata la catapulta? 6. Che tipo di traiettoria fa la palla dalla catapulta?	8'
Discussione e preparazione per la lezione successiva	Attraverso il brainstorming delle risposte degli studenti, formuliamo il programma di ciascuna lezione e guidiamo la discussione in relazione ai temi che vi abbiamo incluso. Gli studenti devono essere preparati a ciò che devono fare nelle successive lezioni STEM e non STEM secondo la nostra pianificazione.	9'
<b>2<sup>a</sup> lezione</b>		
Materia STEM 1 - Fisica	Fisica	90'
Attività di gruppo	<p>In questa lezione, esploreremo il tema del movimento del proiettile orizzontale con una configurazione sperimentale. Verrà utilizzato un software di tracciamento video, per osservare la dipendenza del proiettile dalla velocità iniziale e dall'angolazione di lancio.</p> <p>Avremo 3 gruppi di studenti, ognuno con 3, 4 o 5 studenti. Due gruppi di studenti lavoreranno con la configurazione sperimentale e gli altri 2 con il software Video Tracker analizzando il video che sarà loro fornito.</p> <p><b>Primo gruppo di studenti</b></p> <p>Nei primi gruppi saranno date istruzioni per preparare la configurazione sperimentale come la foto che segue.</p>	5'
		10'





Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p><i>Figura 4 - Fonte: immagine della guida didattica sperimentale dell'azienda che la fornisce (Pasco) e disponibile al link (pagina 23): <a href="https://www.yumpu.com/en/document/read/32217006/projectile-launcher-short-long-version">https://www.yumpu.com/en/document/read/32217006/projectile-launcher-short-long-version</a></i></p> <p>Lo scopo di questo esperimento è determinare l'intervallo di valori della distanza orizzontale e verticale a cui viene sparata una palla. La velocità iniziale viene calcolata lanciando la palla orizzontalmente e misurandone l'altezza e la distanza orizzontale</p> <p>Gli studenti andranno a indagare la connessione tra distanza orizzontale e verticale in base alle loro misurazioni e a vedere in un grafico fatto a mano l'orbita parabolica della sfera dal mini lanciatore. Alla fine prenderanno una serie di misurazioni dei proietti orizzontali e verticali in modo che questi dati sperimentali siano utilizzati nelle lezioni successive e nella teoria della fisica spiegata nelle lezioni precedenti. Studieranno le equazioni di movimento su entrambi gli assi dei proietti.</p> <p><b>2° gruppo di studenti</b></p> <p>Questa attività si basa su un'analisi del proiettile orizzontale utilizzando un filmato del popolare videogioco "Angry Birds". Attraverso questa attività gli studenti acquisiranno familiarità con l'utilizzo di questo software e le sue capacità.</p> <p>Le istruzioni per scaricare il software possono essere caricate dalla pagina <a href="http://www.schools.ac.cy/eyliko/mesi/themata/fysiki/analysisi_video.html">http://www.schools.ac.cy/eyliko/mesi/themata/fysiki/analysisi_video.html</a> (istruzioni in lingua greca). Questa attività è di per sé proposta dal ministero dell'istruzione, della gioventù, dello sport e della cultura della Repubblica di Cipro (Allegato 1 bibliografia in lingua greca)</p>	<p>20'</p> <p>10'</p>

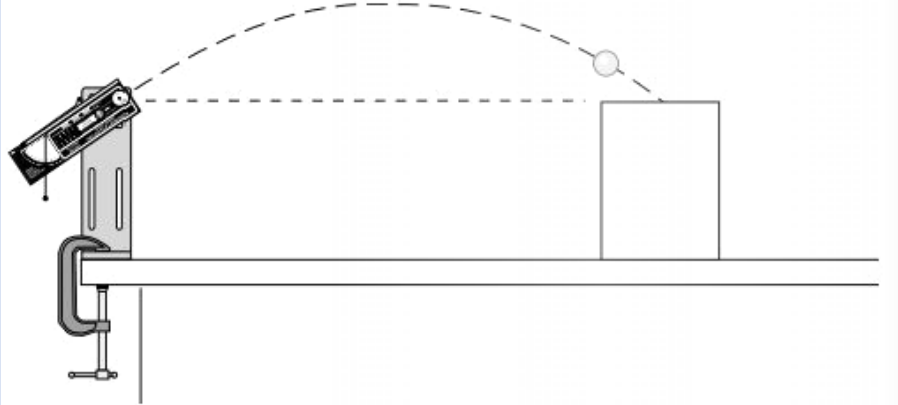


Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	 <p data-bbox="432 651 1337 763"><i>Figura 5: fonte: l'immagine tratta dal video è disponibile al link: <a href="http://physics.divinechildhighschool.org/Home/old-projects/physics-of-sports/physics-of-sports-resources/angry-birds---video-analysis">http://physics.divinechildhighschool.org/Home/old-projects/physics-of-sports/physics-of-sports-resources/angry-birds---video-analysis</a></i></p> <p data-bbox="432 842 1337 931">Gli studenti lavoreranno prima sul programma tracker in modo da impararlo ed essere in grado di estrarre risultati sperimentali</p> <p data-bbox="432 1010 1337 1144">Estrazione dei risultati sperimentali dal video al foglio di lavoro in modo da realizzare i grafici della dipendenza di <math>y</math> secondo il tempo e l'asse <math>x</math>.</p> <p data-bbox="432 1223 711 1256"><b>3° gruppo di studenti</b></p> <p data-bbox="432 1279 1337 1368">Qual è la velocità iniziale del mini lanciatore in ogni punto (3 punti del mini – lanciatore con la legge di conservazione dell'energia).</p> <p data-bbox="432 1391 1337 1480">Nel gruppo saranno date istruzioni per preparare la configurazione sperimentale come la foto che segue.</p>	<p data-bbox="1398 293 1437 327">20'</p> <p data-bbox="1398 1043 1437 1077">10'</p> <p data-bbox="1398 1592 1437 1626">20'</p>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<div data-bbox="700 300 1059 880" data-label="Image"> <p>The diagram shows a vertical launcher on a table. A projectile is shown at its 'initial position' inside the launcher and at its 'final position' at a height <math>h</math> above the initial position. An upward arrow indicates the initial velocity <math>v_0</math>.</p> </div> <p data-bbox="430 927 1337 987"><i>Figura 6: immagine della guida didattica sperimentale dell'azienda che la fornisce (Pasco) e disponibile al link (pagina 27):</i></p> <p data-bbox="440 987 1326 1059"><a href="https://www.yumpu.com/en/document/read/32217006/projectile-launcher-short-long-version">https://www.yumpu.com/en/document/read/32217006/projectile-launcher-short-long-version</a></p> <p data-bbox="430 1084 1337 1335">Lo scopo di questo esperimento è determinare l'intervallo di valori della velocità che il mini-lanciatore può offrire. La velocità iniziale viene calcolata misurando l'altezza in ogni momento in modo da essere in grado di estrarre la velocità attraverso equazioni cinematiche.</p> <p data-bbox="430 1357 1337 1608">Alla fine gli studenti prenderanno una serie di misurazioni della velocità e dell'altezza in modo che questi dati sperimentali siano utilizzati nelle lezioni successive e nella teoria della fisica spiegata nelle lezioni precedenti. Studieranno le equazioni di movimento su entrambi gli assi del proiettile. Estrazione dei dati sperimentali</p> <p data-bbox="430 1686 711 1720"><b>4° gruppo di studenti</b></p> <p data-bbox="430 1742 1337 1827">Dipendenza della portata dall'angolo di tiro per una velocità di partenza costante</p> <p data-bbox="430 1850 1337 1935">Nei primi gruppi saranno date istruzioni per preparare la configurazione sperimentale come la foto che segue.</p>	<p data-bbox="1398 495 1437 528">10'</p> <p data-bbox="1398 1346 1437 1379">20'</p> <p data-bbox="1398 1794 1437 1827">25'</p> <p data-bbox="1398 1939 1437 1973">10'</p>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	 <p data-bbox="443 779 1326 898"><i>Figura 7: immagine della guida didattica sperimentale (lancio dello stesso livello) dell'azienda che la fornisce (Pasco) e disponibile al link (pagina 20): <a href="https://www.yumpu.com/en/document/read/32217006/projectile-launcher-short-long-version">https://www.yumpu.com/en/document/read/32217006/projectile-launcher-short-long-version</a></i></p> <p data-bbox="432 976 1334 1061">Lo scopo di questo esperimento è determinare l'intervallo di valori della distanza orizzontale secondo l'angolo di tiro.</p> <p data-bbox="432 1137 1334 1391">Alla fine gli studenti prenderanno una serie di misurazioni di <math>x</math> dell'angolazione iniziale in modo che questi dati sperimentali siano utilizzati nelle lezioni successive e nella teoria della fisica spiegata nelle lezioni precedenti. Studieranno la dipendenza della gittata orizzontale in base all'angolazione iniziale di lancio.</p> <p data-bbox="432 1413 1334 1498"><b>Tempo totale impiegato fino ad ora per tutti i gruppi di studenti: 35 minuti</b></p> <p data-bbox="432 1574 608 1615"><b>Tutti i gruppi</b></p> <p data-bbox="432 1630 1334 1715">Lavorare sui dati sperimentali in gruppo. L'insegnante aiuterà a estrarre la dipendenza di ciò che devono fare.</p> <p data-bbox="432 1792 1334 1877">Gli studenti spiegheranno i dati sperimentali in classe con una presentazione della durata di 15 minuti.</p>	<p data-bbox="1398 342 1437 376">15'</p> <p data-bbox="1398 595 1430 629">5'</p>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p>Presentazione dei risultati e spiegazione delle relative misurazioni a tutta la classe da parte di ciascun gruppo.</p> <p>Discussione finale e domande aperte sui dati sperimentali e su come lavoreremo sulla sperimentazione nelle successive lezioni STEM. Domande aperte per portare gli studenti a interrogarsi sui perché e a cercare le risposte nelle sezioni successive.</p> <p>Ripartizione temporale dettagliata per gruppo:</p> <p>5 minuti per la discussione iniziale sulla procedura della lezione</p> <p><b><u>1° gruppo</u></b></p> <p>10 minuti per la preparazione della configurazione sperimentale</p> <p>20 minuti per l'estrazione dei dati sperimentali</p> <p><b><u>2° gruppo</u></b></p> <p>10 minuti di lavoro sul programma e l'apprendimento degli aspetti con tracciamento video</p> <p>20 minuti per l'estrazione dei dati sperimentali</p> <p><b><u>3° gruppo</u></b></p> <p>10 minuti per la preparazione della configurazione sperimentale</p> <p>20 minuti per l'estrazione dei dati sperimentali</p> <p><b><u>4° gruppo</u></b></p> <p>10 minuti per la preparazione della configurazione sperimentale</p> <p>20 minuti per l'estrazione dei dati sperimentali</p> <p><b><u>Tutti i gruppi alla fine</u></b></p> <p>25 minuti di lavoro sui dati sperimentali</p> <p>10 minuti per creare le presentazioni</p> <p>15 minuti per esporre la presentazione in classe</p> <p>5 minuti per la discussione finale</p>	
<p><b>Prodotti di apprendimento</b></p>	<p>Alla fine delle lezioni avremo i seguenti prodotti di apprendimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 tabelle di dati sperimentali degli assi x e y sul movimento orizzontale del proiettile (questi prodotti saranno utilizzati nella lezione di</li> </ul>	



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p>matematica per la linearizzazione e nella lezione di informatica per l'utilizzo di strumenti online per realizzare un grafico)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dati sperimentali per la velocità iniziale e la dipendenza</li> <li>• 4 presentazioni e spiegazioni sui dati sperimentali dai movimenti di proiettili in diversi casi.</li> <li>• Gli studenti hanno completato i fogli di lavoro con tutti i dati sperimentali in diversi casi</li> </ul>	
<b>3<sup>a</sup> lezione</b>		
<b>Materia STEM 2</b>	<b>Tecnologia informatica</b>	<b>45'</b>
<b>Analisi dei dati</b>	Utilizzare i dati estratti dall'esperimento di fisica per tracciare grafici. Valutare il software/lo strumento online utilizzato.	<b>45'</b>
<b>Procedimento</b>	<p>Gli studenti sono divisi in tre gruppi di lavoro. Ogni gruppo utilizza uno specifico software open source/strumento online per tracciare grafici.</p> <p>Il Gruppo 1 utilizzerà GeoGebra (Allegato 2, <b>Strumenti online</b>), Il Gruppo 2 utilizzerà Google Spreadsheets (Allegato 2, Strumenti online) e Il Gruppo 3 utilizzerà Graph 4.4.2 (Allegato 2, <b>Software open source</b>). L'insegnante fornisce istruzioni e linee guida a ciascun team in merito al proprio compito.</p> <p>Gli studenti non hanno familiarità con i software/gli strumenti online sopra menzionati. Pertanto, dovranno scoprire e sperimentare il software/gli strumenti online per imparare a tracciare grafici. Durante questo processo, l'insegnante monitora ogni gruppo e offre aiuto e supporto. Gli studenti possono utilizzare Internet per cercare aiuto, ad es. video tutorial su YouTube. Lo scopo è che gli studenti si sentano sicuri di imparare da soli come utilizzare un software/uno strumento online.</p> <p>Dopo la sperimentazione e la familiarizzazione con il software/strumento online, l'insegnante chiede agli studenti di</p>	<p><b>5'</b></p> <p><b>10'</b></p> <p><b>20'</b></p> <p><b>20'</b></p> <p><b>15'</b></p>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p>utilizzare i dati che hanno registrato dall'esperimento della lezione di Fisica e di tracciare un grafico.</p> <p>Ogni gruppo preparerà una breve presentazione per valutare il software/lo strumento online che ha utilizzato e illustrare il grafico che ha creato. Nella presentazione, ogni gruppo deve includere le difficoltà incontrate nell'apprendimento e nell'utilizzo del software/dello strumento online, i relativi vantaggi e/o gli svantaggi e se lo consiglierebbero o meno.</p> <p>Presentazioni del lavoro e discussione finale.</p>	10'
<b>Prodotti di apprendimento</b>	<p>Gli studenti hanno tracciato grafici (espressione quadratica e lineare) utilizzando Google Spreadsheets (Allegato 2, Grafici, Grafici 1).</p> <p>Gli studenti hanno tracciato grafici (espressione quadratica e lineare) utilizzando GeoGebra (Allegato 2, Grafici, Grafici 2).</p> <p>Gli studenti hanno tracciato grafici (espressione quadratica e lineare) utilizzando Graph 4.4.2 (Allegato 2, Grafici, Grafici 3.)</p> <p>Ogni gruppo di lavoro ha valutato il software/lo strumento online utilizzato e ha preparato una presentazione.</p>	
<b>4^ lezione</b>		
<b>Materia STEM</b> 3	<b>Matematica</b>	<b>90'</b>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
<b>Linearizzazione e delle formule matematiche e fisiche</b>	Iniziare chiedendo agli studenti di indovinare un'approssimazione della radice quadrata di 17 senza utilizzare una calcolatrice.	5'
	Consegnare agli studenti un grafico della radice quadrata di $x$ e chiedere loro di disegnare la tangente a $x=17$ . Chiedere agli studenti di trovare un gradiente approssimativo della tangente usando un triangolo rettangolo. Gli studenti possono quindi derivare l'equazione della tangente usando $y-y_1=m(x-x_1)$ usando il punto (16,4). Con questa equazione, agli studenti viene quindi chiesto di trovare il valore di $y$ per $x=17$ e di confrontarlo con la radice quadrata di 17.	20'
	Sfruttando il fatto che il gradiente della tangente a una curva si trova utilizzando la derivata della funzione, gli studenti possono giungere alla conclusione che un'approssimazione lineare adeguata sarebbe $y - f(x_1) = f'(x_1)(x - x_1)$	10'
	Utilizzando quanto sopra, gli studenti troveranno un'approssimazione lineare approssimativa della funzione $y = \cos x$ e deriveranno una stima di $\cos 1,05$ usando $x = \pi/3$ come punto di partenza. Discutere dell'errore percentuale in questo esempio di approssimazione lineare.	20'
	Come utilizzare l'approssimazione lineare nelle formule – perché è necessaria soprattutto se ci sono poche misurazioni negli esperimenti.	20'
	Lavorare con gli studenti per trasporre le formule di Matematica e Fisica nella forma $y = mx + c$ .	
	Esempi – le domande implicano anche l'uso di logaritmi naturali $T = 2\pi \cdot \sqrt{(L+a)/g}$ $I = I_0 \cdot e^{-mx}$	15'





Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<p>Nella 3<sup>a</sup> lezione saranno insegnate e utilizzate le misurazioni da esperimenti per effettuare ulteriori stime utilizzando l'approssimazione lineare tracciando i punti mediante un software.</p>	
<b>Prodotti di apprendimento</b>	<p>Entro la fine delle lezioni puntiamo ad avere i seguenti prodotti di apprendimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensione del motivo per cui vengono utilizzate approssimazioni lineari (grafici tracciati su carta)</li> <li>• Comprensione grafica dell'utilizzo delle approssimazioni lineari (grafici tracciati)</li> <li>• Comprensione delle approssimazioni lineari algebricamente</li> </ul>	
<b>5<sup>a</sup> lezione</b>		
<b>Materia non STEM</b>	<b>Storia greca</b>	<b>2x45'</b>
<b>Procedimento</b>	<p>Gli studenti sono divisi in due (2) gruppi di lavoro. Entrambi utilizzano questo link <a href="http://greekworldhistory.blogspot.com/2013/06/blog-post.html">http://greekworldhistory.blogspot.com/2013/06/blog-post.html</a> per scoprire gli elementi chiave delle catapulte, in modo da compilare i fogli di lavoro. L'insegnante impartisce le istruzioni</p> <p><b>GRUPPO A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cos'era esattamente la catapulta?</li> <li>• Chi l'ha inventata?</li> <li>• In cosa consisteva l'utilizzo della catapulta?</li> <li>• Quali popoli l'hanno usata per prime?</li> <li>• Quando sono state perfezionate le catapulte?</li> </ul> <p><b>GRUPPO B</b></p>	<b>25'</b>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A cosa servivano le catapulte in battaglia?</li> <li>• Come venivano usate in attacco e come in difesa?</li> <li>• Quali erano le categorie di catapulte? (Introdurre i tipi di catapulte)</li> </ul> <p>Durante questo processo, l'insegnante monitora ogni gruppo e offre aiuto e supporto e risolve qualsiasi dubbio.</p> <p>Ogni gruppo presenta i propri risultati e le proprie conclusioni (ricavati dai fogli di lavoro).</p> <p>L'insegnante fornisce il link di tre video correlati che mostrano come funzionavano i principali tipi di catapulte e il link del museo Kostas Kotsanas (Museo di tecnologia greca antica ad Atene) chiedendo agli studenti di trovare immagini di diversi tipi di catapulte.</p> <p><b>Video</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=pR26RMI9T8c&amp;t=41s">https://www.youtube.com/watch?v=pR26RMI9T8c&amp;t=41s</a></li> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=yi4p8ZR4n28">https://www.youtube.com/watch?v=yi4p8ZR4n28</a></li> <li>• <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wFzFnLOpZYM">https://www.youtube.com/watch?v=wFzFnLOpZYM</a></li> </ul> <p><b>Museo</b></p> <p><a href="http://www.kotsanas.com/cat.php?category=14">http://www.kotsanas.com/cat.php?category=14</a></p> <p>Gli studenti sono divisi in due gruppi di lavoro. L'insegnante fornisce a ogni gruppo diverse fonti storiche primarie per collegare le catapulte a importanti battaglie della storia antica e bizantina.</p> <p>Durante questo processo, l'insegnante monitora ogni gruppo e offre aiuto e supporto e risolve qualsiasi dubbio.</p> <p>Ogni gruppo preparerà una breve presentazione e gli studenti annunceranno i loro risultati e le loro conclusioni.</p> <p>Presentazioni degli studenti a tutta la classe</p> <p>Discussione finale e analisi di tutti i risultati. Tutti gli studenti realizzeranno un video con movie maker come compito a casa sulla</p>	<p>10'</p> <p>15'</p> <p>15'</p> <p>10'</p> <p>10'</p>



Denominazione dell'attività	Procedimento	Tempo
	loro scoperta in modo da discuterne durante la successiva lezione di Storia.	5'
<b>Prodotti di apprendimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli studenti hanno completato i fogli di lavoro con elementi sulle catapulte</li> <li>• Storia delle catapulte e del modo in cui sono state utilizzate nella storia</li> <li>• Ogni gruppo di lavoro: presentazioni preparate con le loro conclusioni</li> <li>• Studenti che lavorano in gruppo o singoli video preparati sulle catapulte (movie maker)</li> </ul>	

## Valutazione

Tutti i gruppi di studenti realizzeranno un progetto finale spiegando la procedura che hanno seguito per l'intero scenario di apprendimento con tutti i dati sperimentali e i grafici da implementare. Filmato degli studenti sulle catapulte con Movie Maker

### Valutazione iniziale

Esito delle discussioni.

### Valutazione formativa

Basata sul progetto

### Valutazione finale

Progetti e risultati dell'analisi dei dati.

### Feedback degli insegnanti

*Per quanto riguarda l'implementazione:*

Tutte le lezioni si sono svolte presso la scuola in un laboratorio informatico, in modo che gli insegnanti e gli studenti avessero accesso a computer, videoproiettore, Internet e computer individuali per ogni studente o team di studenti. Gli studenti hanno lavorato individualmente e in collaborazione durante tutte le lezioni.

Nella prima lezione, dopo la valutazione iniziale, gli studenti hanno partecipato a una gara di costruzione di una catapulte dove hanno avuto la possibilità di dare vita alle loro idee e soddisfare le loro curiosità. Nella sessione iniziale hanno osservato anche la traiettoria della palla che non era lineare, cosa che è stata spiegata nella lezione di matematica con la linearizzazione delle relazioni. Nella lezione di Storia, gli studenti hanno intrapreso un viaggio nella storia attraverso i tempi antichi, il periodo bizantino e la storia moderna. Hanno ripercorso anche i diversi stili di lavoro delle catapulte nel tempo.

In fisica hanno lavorato sulle diverse traiettorie della palla sparata da una catapulte. Abbiamo lavorato con gli strumenti Pasco in una configurazione sperimentale diversa e con l'analisi



video dei proiettili. Gli studenti hanno utilizzato tutti i dati che hanno ottenuto dalla lezione sperimentale di fisica il giorno successivo per lavorare su software open source come Graph4.2, GeoGebra, Google Sheets, Excel in modo da riprodurre i grafici non lineari e poi convertirli in grafici lineari con la conoscenza ricavate dalla lezione di Matematica.

**Per quanto riguarda i risultati di apprendimento:**

**Lezione iniziale:** costruzione delle catapulte da parte degli studenti, creatività

**Matematica:** utilizzo delle tangenti nelle approssimazioni lineari e stima dell'errore percentuale, convertendo le equazioni non lineari in lineari con particolare attenzione alle formule di fisica

**Storia:** hanno imparato a distinguere i diversi tipi a seconda del tipo di lavoro e anche come sono state utilizzate nella storia

**Fisica:** hanno imparato a usare le configurazioni sperimentali per estrarre i dati sperimentali e a spiegare i dati secondo le traiettorie.

**IT:** utilizzo dei programmi open source da Internet in modo da creare i propri grafici

**Per quanto riguarda le domande sul mondo reale e i profili STEM esaminati:**

Le domande che sono state discusse nelle lezioni scaturivano dall'osservazione del proiettile e si collegavano a pratiche sportive di atletica, calcio o pallacanestro.

Una delle domande che hanno apprezzato è da quale angolazione possiamo avere la massima distanza per la palla e come questa riflessione può essere trasferiti in altri ambienti come per esempio negli sport.

**L'attenzione è stata rivolta alle seguenti carriere:**

- Carriere sportive e militari
- Sport: con gli sport che utilizzano proiettili come catapulte (giavellotto)
- Carriere militari: in artiglieria e scuola militare - addestramento militare con lanci - scuola di confraternita

**Sui risultati dell'insegnamento e sull'accoglienza degli studenti:**

La cooperazione con altri insegnanti è stata piuttosto evidenziata durante il processo, abbiamo utilizzato la conoscenza di una materia per coprire e contestualizzare la conoscenza di altre materie STEM. Abbiamo ampliato i nostri orizzonti per vedere l'impatto dei nostri temi su altre materie STEM.

È incredibile – ci vuole un sacco di lavoro per attuare il progetto, ma il risultato funziona e anche gli studenti sono soddisfatti. In realtà, se si vuole implementare questo scenario di



apprendimento, è necessario collaborare molto con gli insegnanti che faranno parte del proprio team, in modo che tutti abbiano una visione chiara dello scenario e dei risultati di apprendimento che vogliamo ottenere dagli studenti.

**Per quanto riguarda il tempo assegnato:**

Abbiamo avuto qualche problema con il tempo in Fisica (gli studenti non avevano familiarità con le configurazioni sperimentali, quindi abbiamo avuto bisogno di 3 cicli invece di 2). Problemi di tempo si sono verificati anche in Storia con la piattaforma Kahoot che li ha resi entusiasti e alla fine hanno trascorso più tempo su di essa per portare a termine meglio i loro compiti. Tutte le altre attività sono state attuate tempestivamente.

In Fisica, gli studenti hanno avuto la possibilità di creare la propria configurazione sperimentale, una cosa inusuale poiché di solito gli esperimenti sono proposti dall'insegnante. In Matematica, alcuni studenti hanno avuto difficoltà con le conoscenze pregresse (equazione delle tangenti, percentuali)



## Allegati

### 3<sup>rd</sup> Lezione di tecnologia informatica

#### Strumenti online

Fogli di calcolo di Google: <https://docs.google.com/spreadsheets/>

GeoGebra: <https://www.geogebra.org/>

#### Software open source

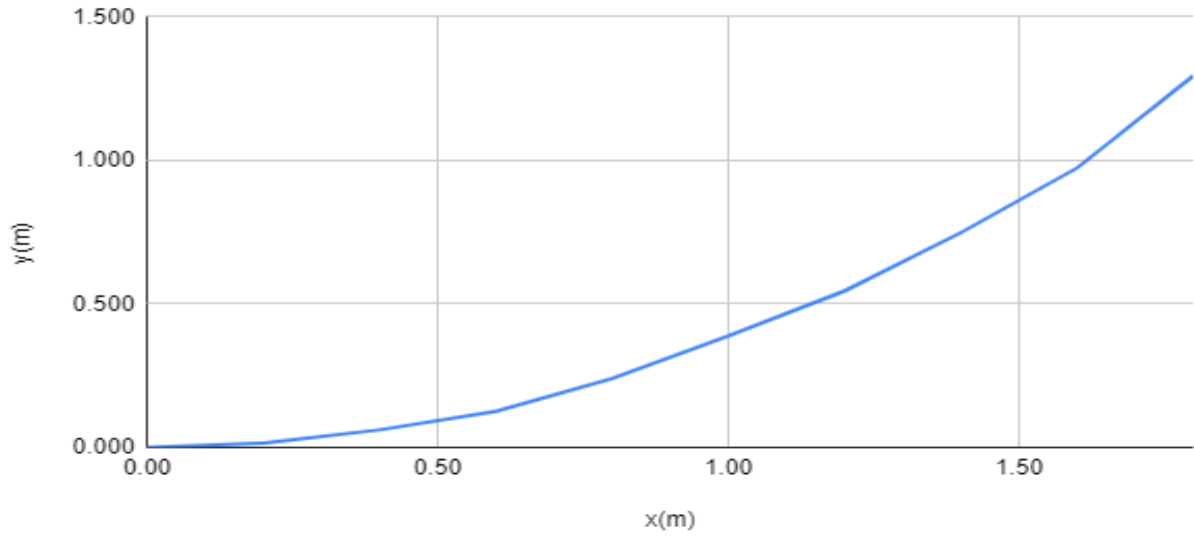
Grafico 4.4.2: <https://www.padowan.dk/>

Grafici (semplici grafici con i programmi nei dati dati, i grafici degli studenti possono essere diversi ma con la stessa forma)

Grafico con Google Spreadsheets: Grafici 1



### Graphic sketch of $y=f(x)$



### Linear expression of the graph $y=f(x^2)$

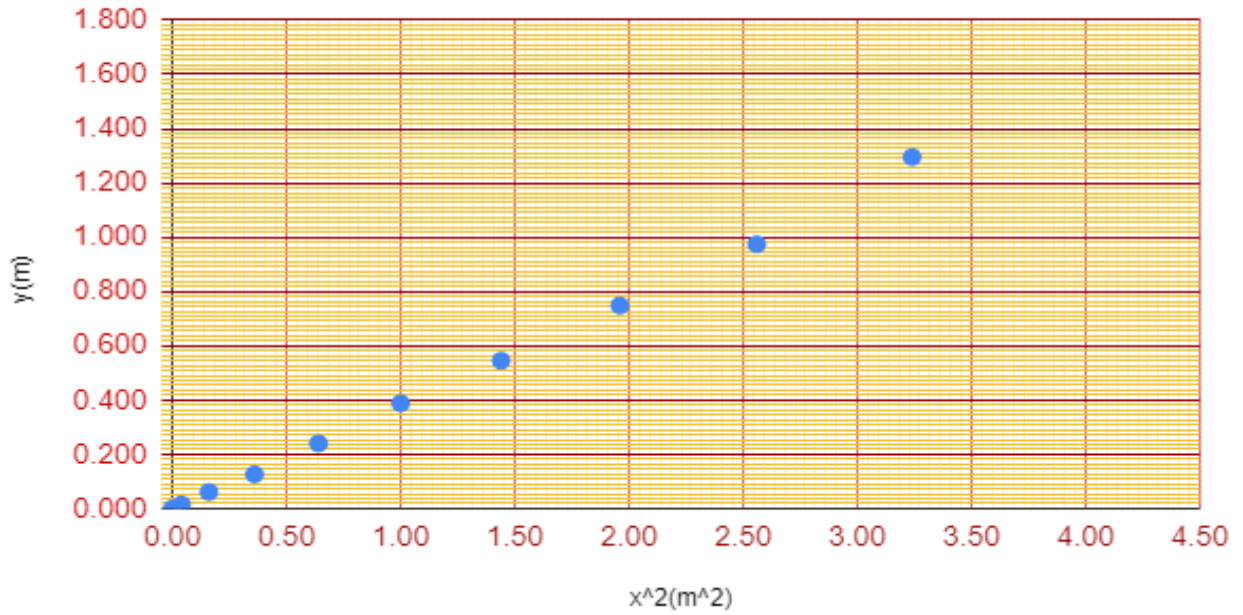
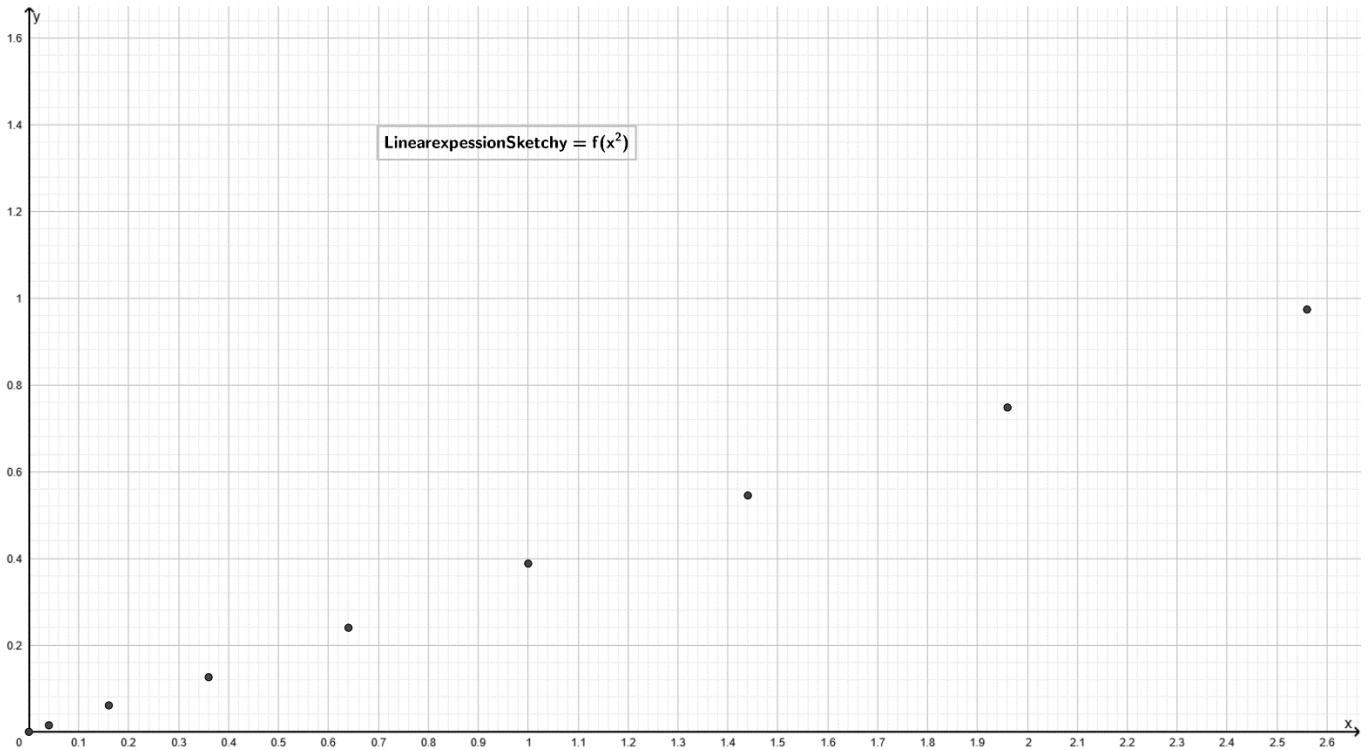
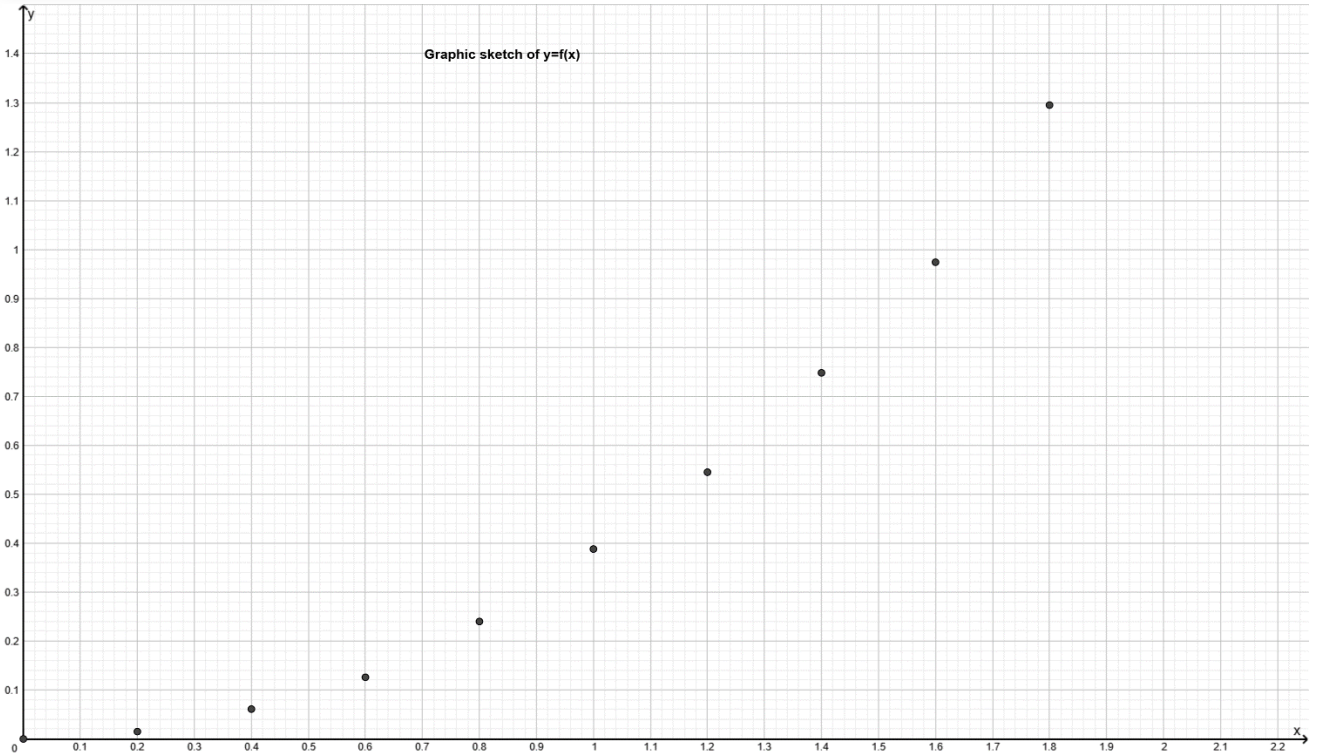


Grafico con GeoGebra: Grafici 2

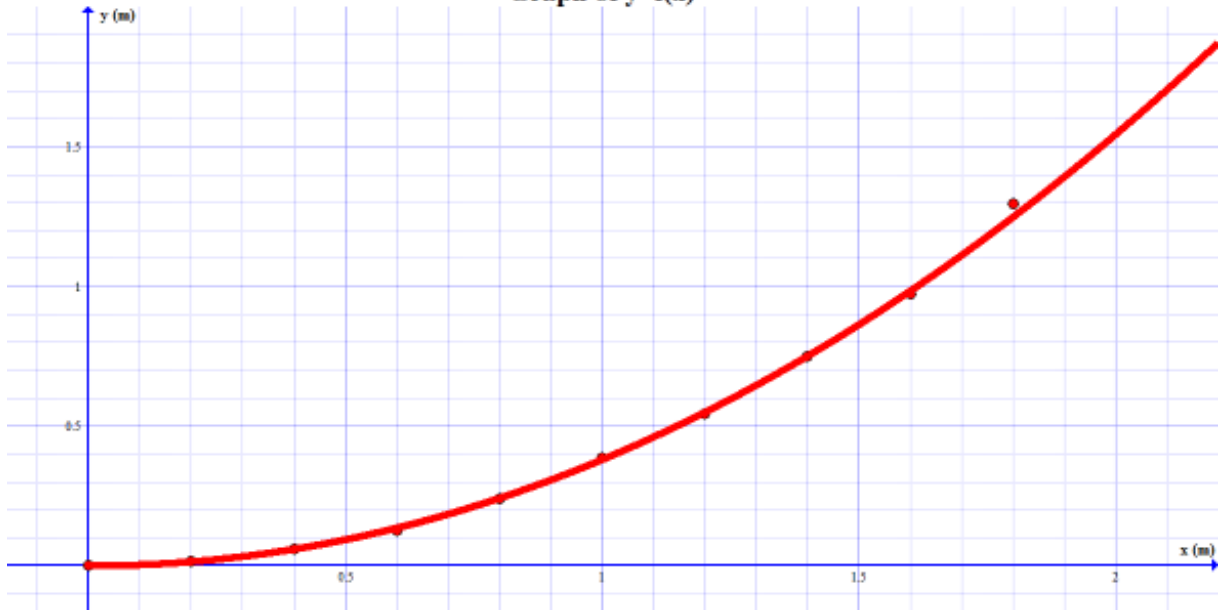




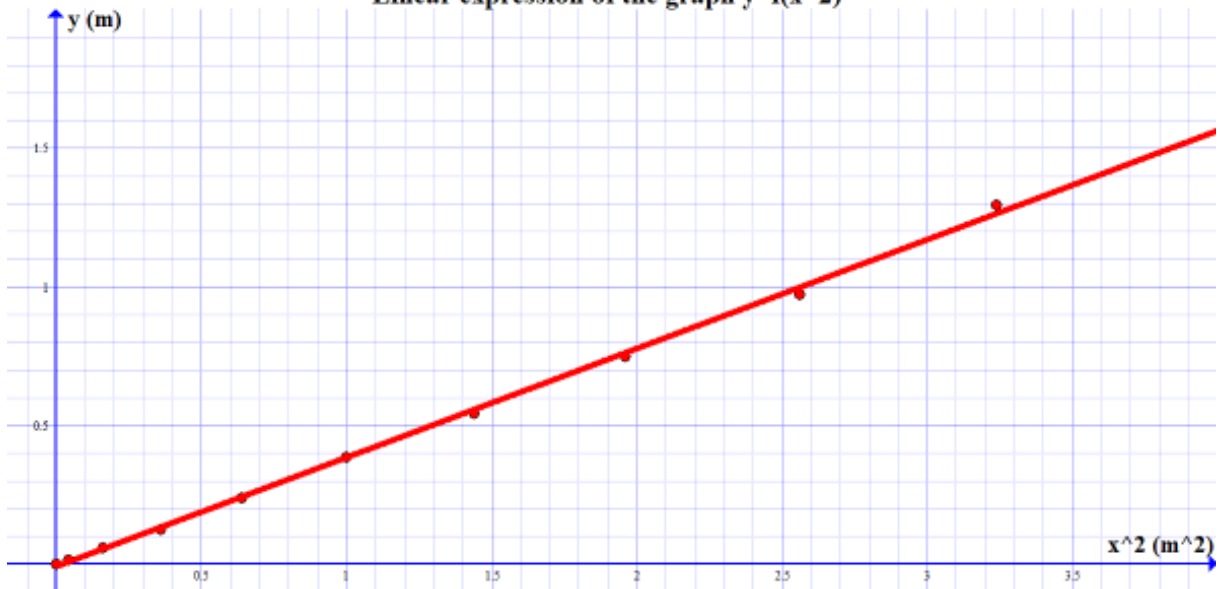


### Grafico utilizzando l'applicazione Graphs: Grafici 3

Graph of  $y=f(x)$



Linear expression of the graph  $y=f(x^2)$



**Foglio di lavoro utilizzato in Storia**

PIANO DI LEZIONE INTEGRATO STE(A)M IT

**La catapulta come macchina operativa nelle lezioni STEM  
e come macchina da guerra nella Storia**



STORIA: SCHEDA DI LAVORO

**OGGETTO: L'uso delle catapulte nella storia antica, bizantina e moderna**

**1 ora di lezione<sup>st</sup>**

**INTRODUZIONE - SUSCITARE L'INTERESSE DEGLI STUDENTI (5')**

<https://www.youtube.com/watch?v=5nq4rVlbKZg>

**Etimologia**

**Catapulta**

Cata (contro) + Pult (scudo) la macchina che attacca la difesa del nemico.



Fu inventata in Sicilia da ingegneri invitati dal tiranno di Siracusa Dionisio il Vecchio nel 399 a.C. durante i preparativi per la campagna contro Cartagine. Quando la flotta dei Cartaginesi, sotto Imilkas, entrò improvvisamente nel porto di Moti (in Sicilia) i Siracusani, come narra Diodoro di Sicilia (ND 3):

*"Dalla terra venivano dipinte le catapulte, spesso dei nemici si alzavano. E fu una grande sorpresa che questa freccia fosse stata trovata per la prima volta in quel momento, così che Imilkas, che poteva reggere la forza, navigò via".*

**Catapulta:** \_\_\_\_\_

**Nome della squadra A:** \_\_\_\_\_

 **Indagine:**

•

**Utilizzate le informazioni sulla catapulta fornite dal sito web sottostante e rispondete alle seguenti domande. (15')**

<http://greekworldhistory.blogspot.com/2013/06/blog-post.html> (Blog di storia che include un post sulle catapulte e il loro utilizzo)

**1. Che cos'era esattamente la catapulta? Chi fu il suo inventore?**

---

---

---

---

---

---

---

---

•

**2. Qual era l'uso delle catapulte in battaglia? Come venivano usate in attacco (attaccanti) e come in difesa (difensori)?**

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

•

**3. Quando furono perfezionate le catapulte? Da quali popoli?**

---

---

---

---

---

---

---

 **PRESENTAZIONE DEI RISULTATI (5')**

Nome del TEAM B: \_\_\_\_\_

 **INDAGINE**

•

Utilizzate le informazioni sulla catapulta fornite dal sito web sottostante e rispondete alle seguenti domande. (15')

<http://greekworldhistory.blogspot.com/2013/06/blog-post.html> (Blog di storia che include un post sulle catapulte e il loro utilizzo)

•

**1. Quali popoli hanno usato le catapulte?**

---

---

---

---

---

---

---

•

**2. Quali erano le principali categorie di catapulte in base al loro principio di funzionamento?**



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

•  
**3. Presentare le diverse categorie di catapulte.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

 **PRESENTAZIONE DEI RISULTATI (5')**

- 
- 
- 
- 
- 
- 

 **INDAGINE**

**Fonti attraverso le quali si evidenzia l'uso delle catapulte nella storia antica, bizantina e moderna. (10')**

**USO DELLE CATAPULTE NELL'ANTICHITÀ**

Con l'evoluzione delle tattiche militari, le catapulte iniziarono a essere utilizzate anche nelle operazioni di traffico. Il primo a utilizzare catapulte in movimento, contro quelle inizialmente statiche, fu Alessandro Magno, durante l'attraversamento del fiume Tanaida.

**Alessandro Magno ferito da una catapulta durante l'assedio di Gaza (ottobre 332 a.C.)**



[...] Intanto, mentre un giorno Alessandro stava sacrificando ed era incoronato e pronto a



iniziare secondo l'usanza il sacrificio della prima carcassa, un uccello carnivoro volò sopra l'altare e fece cadere una pietra sulla testa di Alessandro. Alessandro chiese al veggente Aristandro cosa significasse quel segno divino. Il veggente rispose: "Mio re, conquisterai la città, ma oggi devi stare attento". Quando Alessandro sentì questa profezia, si tenne per un po' fuori dal poligono di tiro, vicino alle mitragliatrici; ma quando gli arabi cercarono di uscire dalla città mettendo a ferro e fuoco le macchine macedoni e sparando verso i macedoni e per spingerli sul terrapieno artificiale, allora Alessandro disobbedì volontariamente al consiglio del veggente o fu trasportato dal vortice della battaglia e dimenticò la profezia; Pur avendo impedito ai Macedoni di essere spinti verso il terrapieno con una vergognosa fuga, egli stesso fu colpito alla spalla da una freccia di catapulta, che gli trapassò lo scudo e il petto. Ma non appena scoprì che Aristandro aveva ragione sulla sua ferita, si rallegrò perché credeva che, secondo la spiegazione di Aristandro, avrebbe conquistato anche la città.

**ARRIANOS, Alexandrou Anavasis (2.25.4-2.27.2)**



## L'USO DELLA CATAPULTA NELLA STORIA BIZANTINA

*Balestra con le modifiche proposte per rendere possibile l'uso del fuoco liquido.*

Durante il periodo bizantino, le catapulte si svilupparono molto di più, evolvendo in grandi macchine da guerra, sia come assedio che sui campi di battaglia per terra e per mare, prendendo il nome di "balestre".

### **Catapulte, balestre e fuoco liquido**

Come potevano i Bizantini lanciare a sufficiente distanza le sostanze infiammabili e incendiarie, che nelle fonti sono consegnate sotto il nome generico di "fuoco liquido", la risposta è, a nostro avviso, semplice ed è sottintesa da chi annota quanto segue: "Questa omissione deriva dalla convinzione che, sebbene importante... nelle battaglie navali, fosse, come noi, una macchina da guerra meno importante e non potesse essere paragonata al suo fattore. successo dei Bizantini, con il loro famoso sistema strategico e tattico". Circa la stessa conclusione emerge dallo studio delle altre strutture puramente meccaniche a disposizione dei generali dell'imperatore. **L'antica arte dell'ingegneria romana si era conservata quasi intatta e gli arsenali di Costantinopoli erano pieni di macchine da guerra la cui micidiale efficacia incuteva un misterioso senso di terrore ai popoli meno civilizzati dell'Occidente e dell'Oriente.** La catapulta, l'onagro e la balestra erano conosciuti e certamente usati con efficacia, in ogni assedio".





***C.W.C. Oman nella sua opera classica L'arte della guerra nel Medioevo, 55.***

## USO DELLA CATAPULTA NELLA STORIA RECENTE

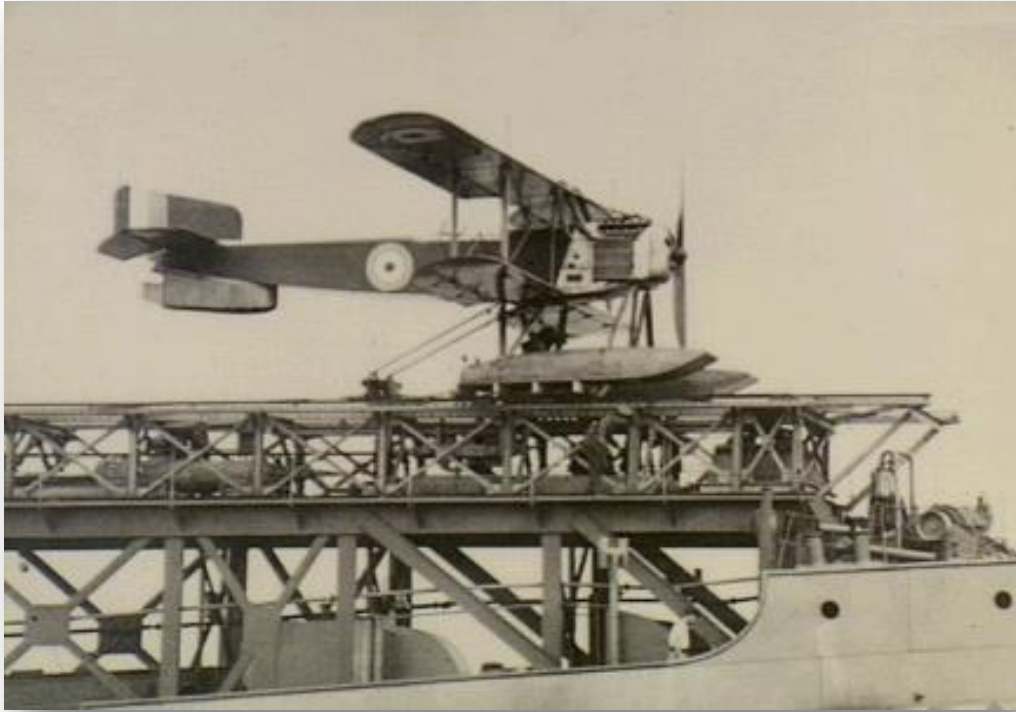


***Albert Einstein "Oggi si riscoprono vecchi dispositivi..."***





*Soldati francesi che usano una catapulta per far esplodere le granate.*



*(Prima Guerra Mondiale)*

*La catapulta a sgancio (catapulta per aerei) è un meccanismo di catapulta specifico, che lancia gli aerei presumibilmente sul ponte della nave da guerra.*

## 2<sup>nd</sup> ora di lezione

### CONOSCENZA SINTETIZZATA

Sulla base delle informazioni contenute nel foglio di lavoro e dei link forniti di seguito, preparate in modo creativo la presentazione dei vostri risultati e delle vostre conclusioni.

#### **ENTRAMBE LE SQUADRE LAVORERANNO NELLO STESSO MODO**

1. Ogni gruppo creerà due sottogruppi di 3 persone.
2. Un sottogruppo creerà un kahoot (della durata di 5') con domande a scelta multipla, uso di foto per identificare il tipo di catapulta, ecc.
3. L'altro sottogruppo creerà un video (della durata di 5') in un movie maker che presenti le informazioni di base sull'evoluzione storica della catapulta e delle sue specie.

#### **ORARIO**

- Team A' e B': 20' creazione di kahoot e video
- Squadra A: presentazione di 10' (5' per ciascuno)
- Squadra B: presentazione di 10' (5' minuti per ciascuno)

## RISORSE UTILI

### 1. Risorse iniziali sulle catapulte

<http://greekworldhistory.blogspot.com/2013/06/blog-post.html>

### 2. Video che mostrano il funzionamento delle diverse categorie di catapulte:

<https://www.youtube.com/watch?v=pR26RMI9T8c&t=41s>

<https://www.youtube.com/watch?v=yi4p8ZR4n28>

<https://www.youtube.com/watch?v=wFzFnLOpZYM>

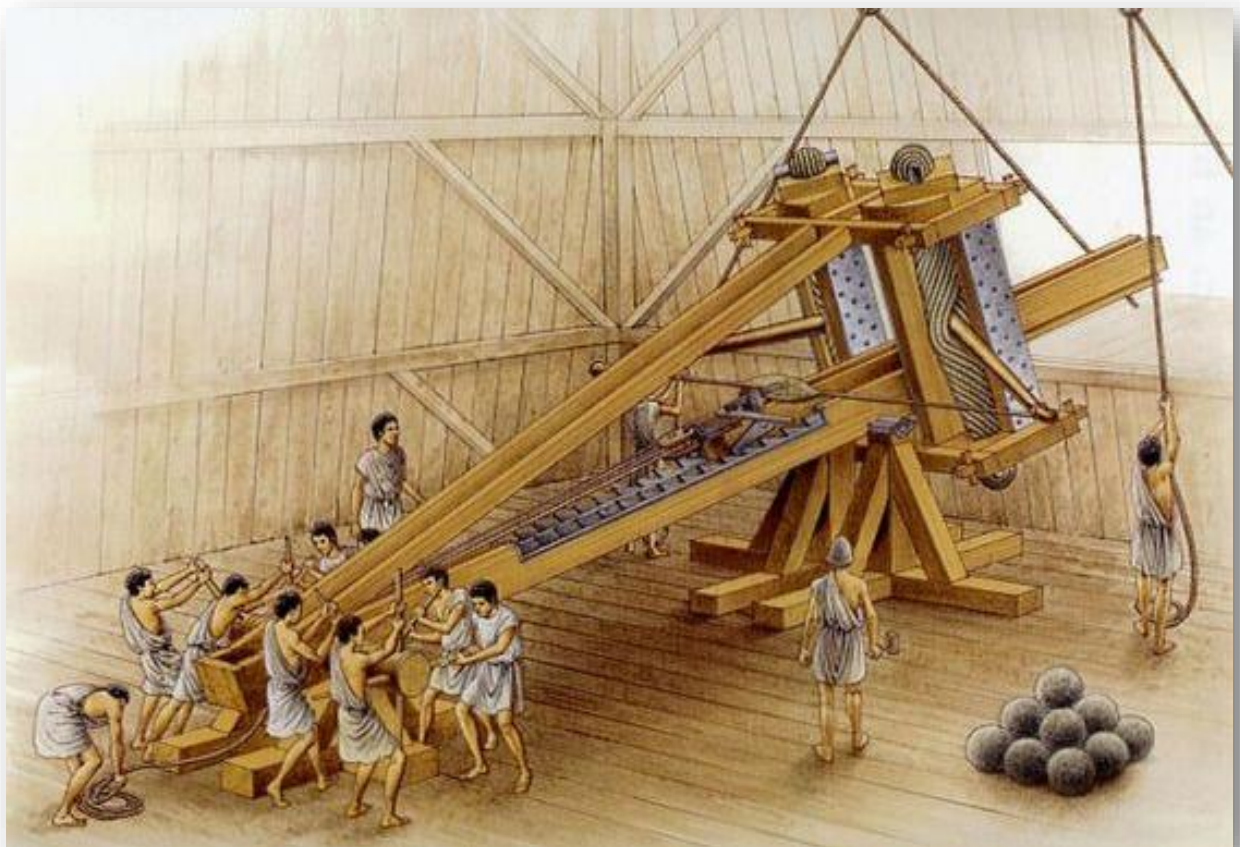
### 3. Immagini relative alla catapulta (La tecnologia d'assedio degli antichi Greci) dal Museo della Tecnologia Greca Antica Kostas Kotsanas di Atene:

<http://kotsanas.com/cat.php?category=14>



DISCUSSIONE FINALE E VALUTAZIONE DEI GRUPPI (5')

CRITERI DI VALUTAZIONE	Percentuale	SQUADRA A	SQUADRA B
Collaborazione	30%		
Partecipazione	30%		
Kahoot	20%		
Video	20%		



**Foglio di lavoro in matematica**

PIANO DI LEZIONE INTEGRATO STE(A)M IT

**Catapulta come macchina da lavoro nelle lezioni STEM e come macchina da guerra nella Storia**

MATEMATICA: FOGLIO DI LAVORO

**OGGETTO: Linearizzazione di grafici al variare della variabile**

La lezione procederà in ogni ordine. Si lavorerà in gruppi di 3 persone, man mano che ci si separa. Dopo l'introduzione, ognuno compilerà il proprio foglio di lavoro e, dopo una discussione, verrà consegnato all'insegnante un foglio di lavoro comune.

Dopo la consegna ci sarà una discussione su tutto ciò che abbiamo fatto. Il punteggio di ogni gruppo verrà estratto dai fogli di lavoro e dalla partecipazione alla lezione.

A. Radice quadrata di un numero reale.

1. Si prega di compilare quanto segue:

α.  $\sqrt{9} = \dots\dots\dots$

β.  $\sqrt{16} = \dots\dots\dots$

γ.  $\sqrt{25} = \dots\dots\dots$



2. Calcolate il risultato di  $\sqrt{16.3}$  senza usare la calcolatrice e spiegate la vostra logica.

.....

.....

.....

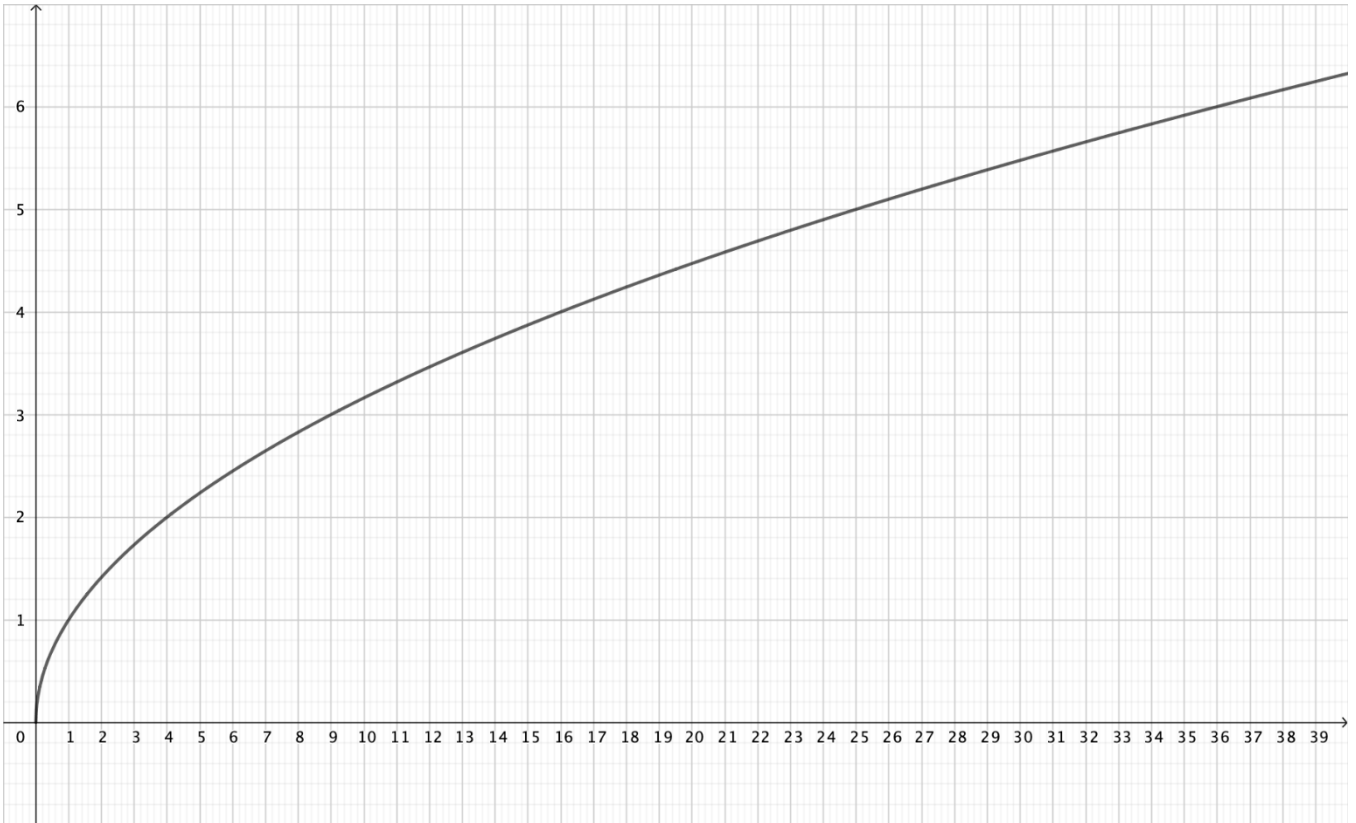
.....



- 
- 
- 

• B. Grafico della radice quadrata

• Il diagramma seguente mostra una parte del grafico della curva con equazione  $y = \sqrt{x}$



**3.** Portate la tangente della curva nel punto di coordinate (16,4). Calcolate quindi la pendenza di questa tangente e scrivetene l'equazione.

.....

.....

.....

.....

**4.** Utilizzando l'equazione precedente, trovare il valore di  $y$  per  $x = 16.3$

.....

.....



.....  
.....

5. Calcolate il valore di  $\sqrt{16.3}$  utilizzando la calcolatrice e confrontatelo con il valore trovato in 4. Qual è la vostra conclusione? Trovate la percentuale di errore che si è verificata nei vostri calcoli.

.....  
.....  
.....

6. Scrivere la forma generale dell'equazione della tangente di una curva in un punto a caso con coordinate  $(x_1, y_1)$ .

.....  
.....  
.....

7. Trovare l'equazione giusta del tipo  $y = \alpha x + \beta$  in modo da poter avvicinare i valori di  $y = x^2$  vicino al punto con coordinate  $(3,9)$ .

.....  
.....  
.....  
.....

8. Sulla base dell'equazione trovata in 7., calcolare il valore di  $y$  per  $x = 3.4$  e il valore di  $y$  per  $x = 8.6$

.....  
.....  
.....  
.....

9. In ogni caso, calcolate l'errore percentuale. Qual è la vostra conclusione?

.....  
.....  
.....  
.....

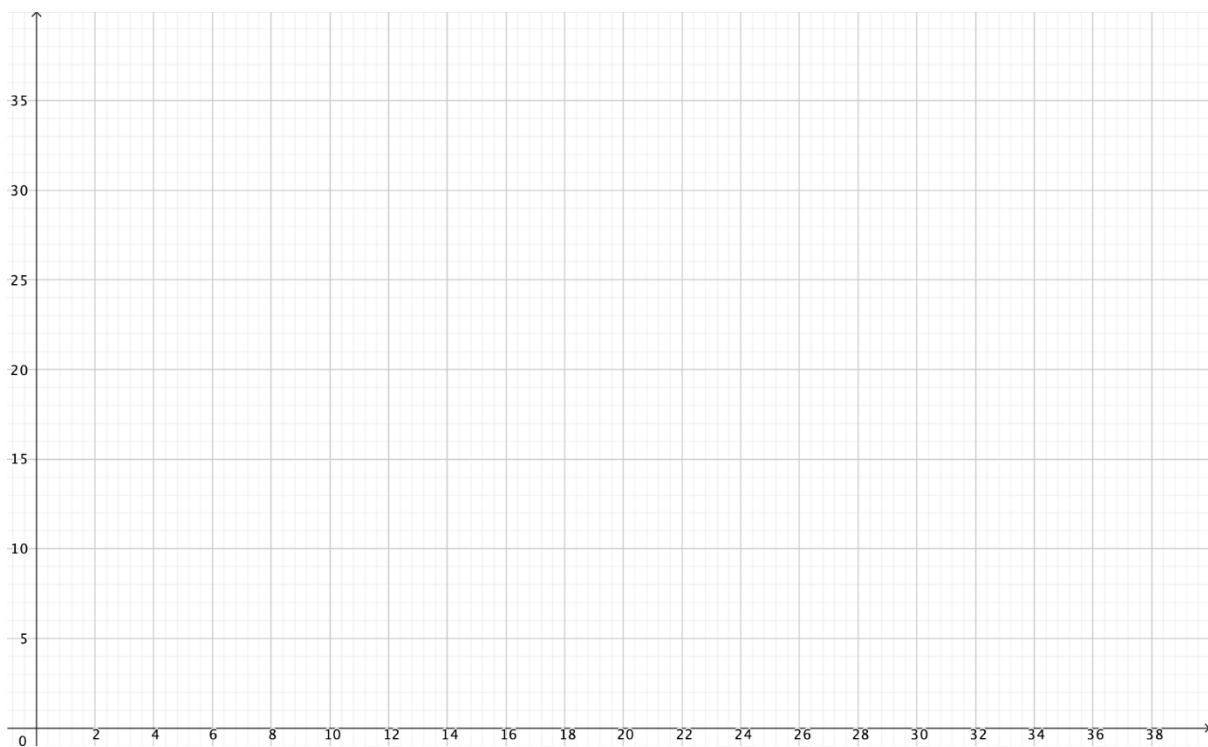


**Γ. Grafico di una funzione quadratica di variabile e sua modifica cambiando le variabili in lineare**

**10.** Completare la tabella qui sotto e posizionare i punti corrispondenti alle coppie ordinate  $(x^2, y)$  in un sistema di assi ortogonali. Scrivete le variabili che avrete su ogni asse.

•

$x$	0	1	2	3	4	5	6
$x^2$							
$y = 2 + x^2$							



**11.** Qual è la sua osservazione?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



12. Convertite le seguenti equazioni in lineari e scrivete quali sono le variabili sugli assi in ciascun caso.

**α.**  $y = x^2 + 3$

.....  
.....  
.....  
.....

**β.**  $y = 2x^3 - 1$

.....  
.....  
.....  
.....

**γ.**  $y = 4 + 5\sqrt[3]{x}$

.....  
.....  
.....  
.....





## Foglio di lavoro in Fisica

### Indagine sperimentale sugli spari

Formate 4 squadre come nella prima lezione. Ogni squadra svolgerà un'attività diversa secondo il seguente programma:

#### **1<sup>st</sup> squadra - Attività 1 (Pagine 2 - 4)**

10' preparazione dell'esperimento

20' raccolta di dati sperimentali

#### **2<sup>nd</sup> team - Attività 2 (Pagine 5 - 9, Allegati 1 e 2)**

10' studiare il programma secondo le istruzioni (video tracker)

20' raccolta di dati sperimentali

#### **3<sup>rd</sup> squadra - Attività 3 (Pagine 10 - 12)**

10' preparazione dell'esperimento

20' raccolta di dati sperimentali

#### **4<sup>th</sup> squadra - Attività 4 (Pagine 13 - 16)**

10' preparazione dell'esperimento

20' raccolta di dati sperimentali

#### **Per tutto il team delle squadre**

25' per lavorare e completare i fogli di lavoro

10' per preparare il Power Point per spiegare ai compagni l'attività svolta.

15' 4' per ogni squadra per la presentazione in aula

Ci sarà una valutazione basata sulla vostra presentazione, sul contenuto della presentazione, sulla stesura delle conclusioni e in generale sulla partecipazione di tutti gli studenti alla realizzazione (collaborazione di gruppo).



5" per la discussione finale

**Compiti a casa:** Tutti gli studenti installeranno il programma Tracker (Allegato 1) sul proprio computer e prepareranno un file elettronico con i grafici del programma seguendo l'ordine della seconda esercitazione di laboratorio (pagine da 5 a 9) (istruzioni disponibili nell'Allegato 2) con le riprese video effettuate con i vostri telefoni durante la lezione sulla costruzione della catapulta. I lavori devono essere inviati all'indirizzo e-mail XXX entro XXX.

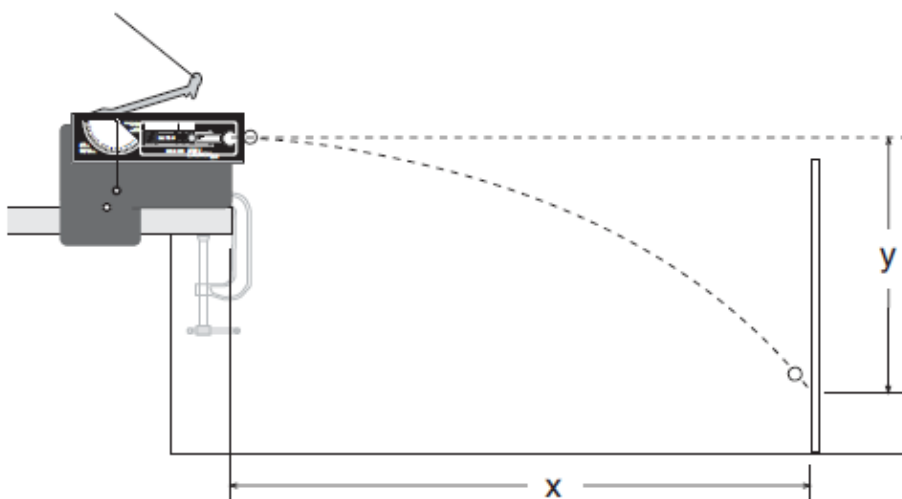
Il punteggio del lavoro finale sarà nuovamente incluso nella classifica finale complessiva della squadra vincitrice.

### **Attività 1: Studio della traiettoria nel tiro orizzontale**

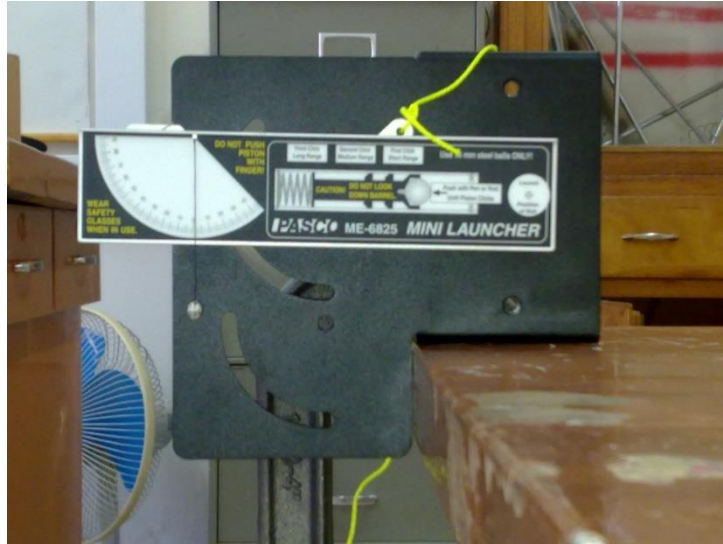
**Materiale:** Lanciatore di palle Pasco (Mini Launcher) con tutti gli accessori, adesivi per duplicatori, carbone montato su una tavola, nastro adesivo, righello.

**Obiettivi:** lo scopo di questo esperimento è determinare la gamma di valori della distanza orizzontale e verticale di una palla lanciata con un angolo. La velocità iniziale viene calcolata lanciando la palla in orizzontale e misurando l'altezza e la distanza orizzontale della palla.

#### **Descrizione dell'attività:**



Fissare il dispositivo in orizzontale sul banco del laboratorio e realizzare lo schema della figura. (Il dispositivo deve essere in posizione orizzontale come mostrato chiaramente nella foto).



### Misure di trasporto

Spingere la palla fino al primo (secondo) scatto e premere il grilletto. Notate nel livello E la traccia lasciata dal proiettile quando lo colpisce.

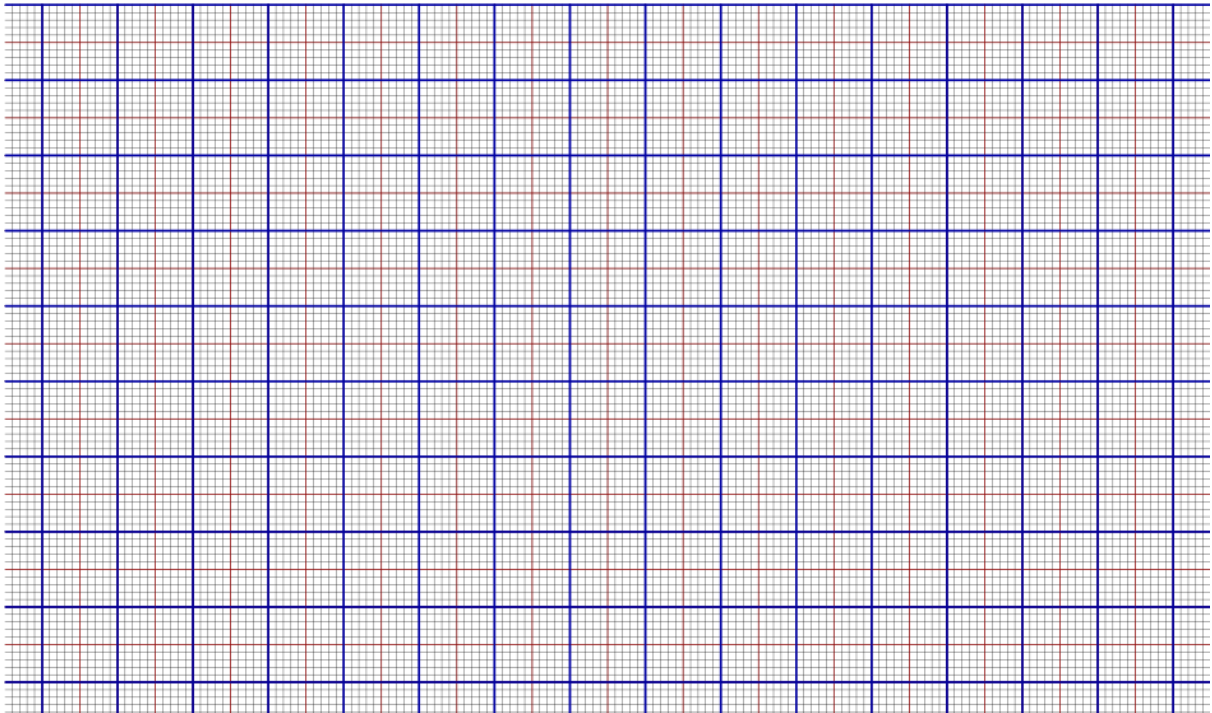
- A. Misurare la distanza orizzontale  $x$  e quella verticale  $y$ .
- B. Ripetete i passaggi da 2 a 5 lasciando la sfera alla stessa altezza  $h$  e spostando la livella E in posizioni diverse e avendo sempre la sfera nel primo (secondo) scatto.
- C. Compilare la tabella 1.1 con le misurazioni effettuate dopo ogni prova.

**Tabella 1.1.**

x (m)						
y (m)						

- D. Disegnare il grafico  $y=f(x)$ .





**Modifica delle misure**

**E.** Qual è la relazione matematica che esprime questo grafico? Quale dipendenza c'è tra l'ascissa e l'ordinata del grafico?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**F.** Che cosa si calcola dalla pendenza del grafico in un determinato momento?

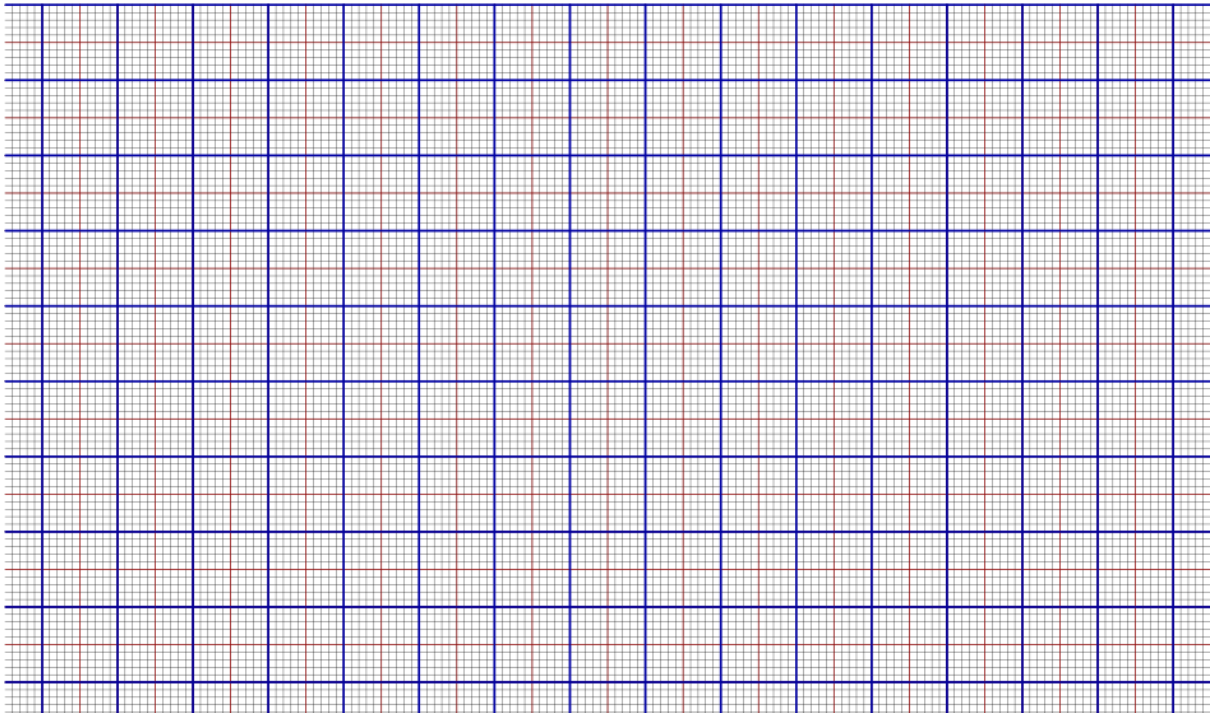
.....  
 .....  
 .....

**G.** Calcolare la pendenza del grafico a 2 diversi

x.....  
 .....  
 ..

**H.** Disegnare il grafico  $y=f(x^2)$





I. Che cosa notate ora in relazione al formato del grafico?

J. Che cosa calcoliamo ora dalla pendenza del grafico precedente? Calcolare la pendenza.....  
.....  
.....

K. Dato che l'accelerazione di gravità è  $g=9,8m/s^2$  calcolare la misura della velocità  $\mu e$  con cui si lancia la palla per eseguire un tiro orizzontale.  
.....  
.....  
.....  
.....

**Attività 2: Studio della ripresa laterale**

**Strumenti/attrezzi necessari:**

- Software H/Y e Video Tracker (<http://physlets.org/tracker/>)
- Filmato (Physics\_Projectile\_Motion\_angry\_birds.mp4)
- Righello (calibrato in millimetri)
- Carta millimetrata
- Matita

**Descrizione dell'attività**





La scala temporale è determinata dalle caratteristiche del filmato. Il filmato specifico che utilizziamo mostra 30 istantanee al secondo, quindi la durata tra due istantanee consecutive è  $dt = 1s / 30 = 0,033 s$ .

**A.** Dall'immagine precedente, stimare il tempo di volo dell'uccello arrabbiato, *tflight*.

- Tempo di volo, *tflight* = .....

La scala spaziale è determinata dalla distanza nota di due punti nello spazio reale. La lunghezza del segmento di linea KL mostrato nella Figura 1 è di 1,0 m nello spazio reale.

Il movimento è descritto da grandezze fisiche definite rispetto a un sistema di riferimento. Nel caso della Figura 2.1, consideriamo la base dell'imbracatura come il principio O del sistema di coordinate ortogonali.

**B.** Calibrate gli assi e stimate il raggio d'azione di Angry Bird.

Gamma,  $d = \dots\dots\dots$

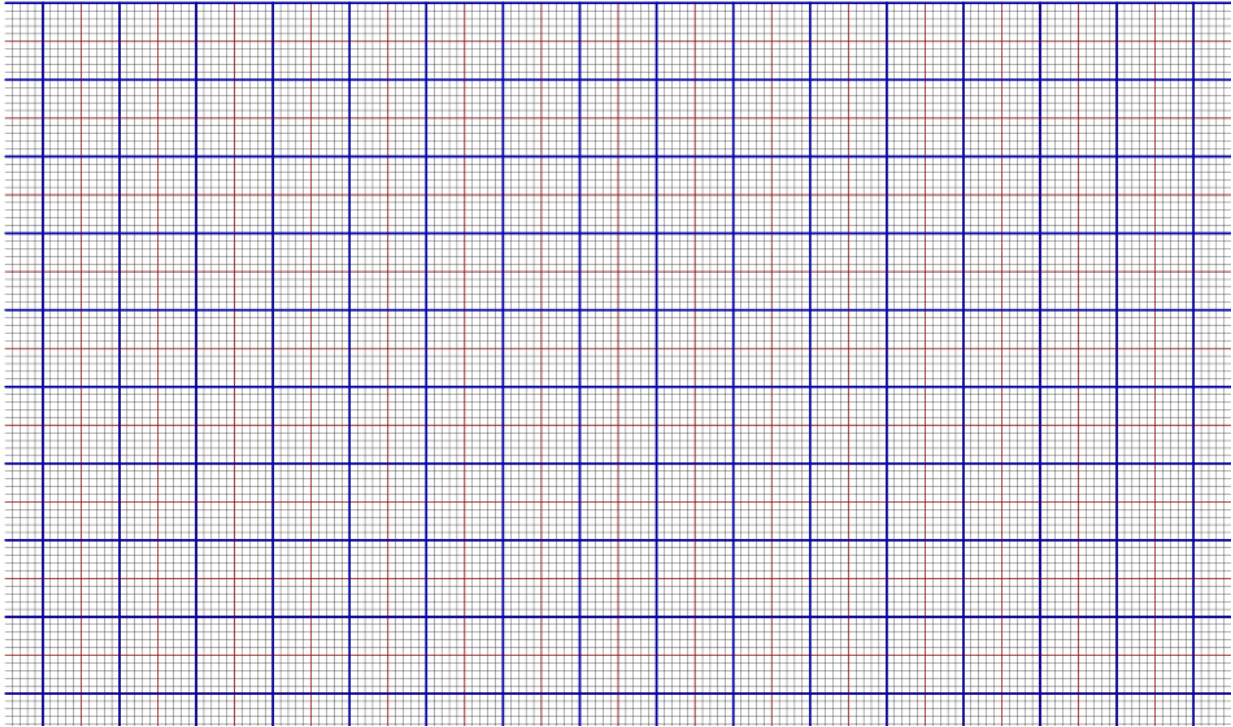
Il movimento eseguito dal corpo può essere analizzato, come nella ripresa orizzontale, in due componenti verticali, indipendenti tra loro, che sono descritte dai grafici posizione - tempo.

**C1.** Compilate la tabella sottostante utilizzando la Figura 2.1 e le scale spazio-temporali definite in precedenza.

#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x (m)													
y (m)													
t (s)													

**C2.** Utilizzando le informazioni della tabella precedente, tracciate il grafico  $x = f(t)$ , della posizione orizzontale di Angry Bird rispetto al tempo.





**D.** Determinate il tipo di moto che compie l'Angry Bird, tracciate la retta che passa più vicino a tutti i punti del grafico e calcolatene la pendenza e l'ordinata. Scrivete il significato fisico di queste grandezze?

Pendenza = .....

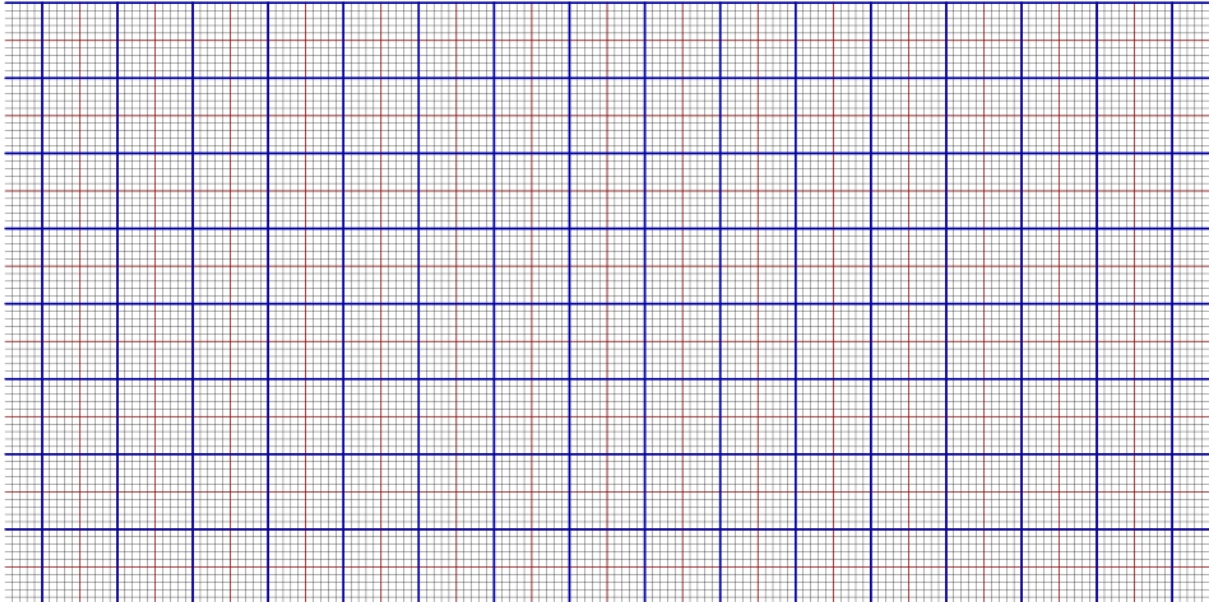
Ordinata = .....

.....  
 .....  
 .....

**E.** Utilizzando i dati della tabella precedente, costruite il grafico  $y = f(t)$ , la posizione verticale di Angry Bird nel tempo.







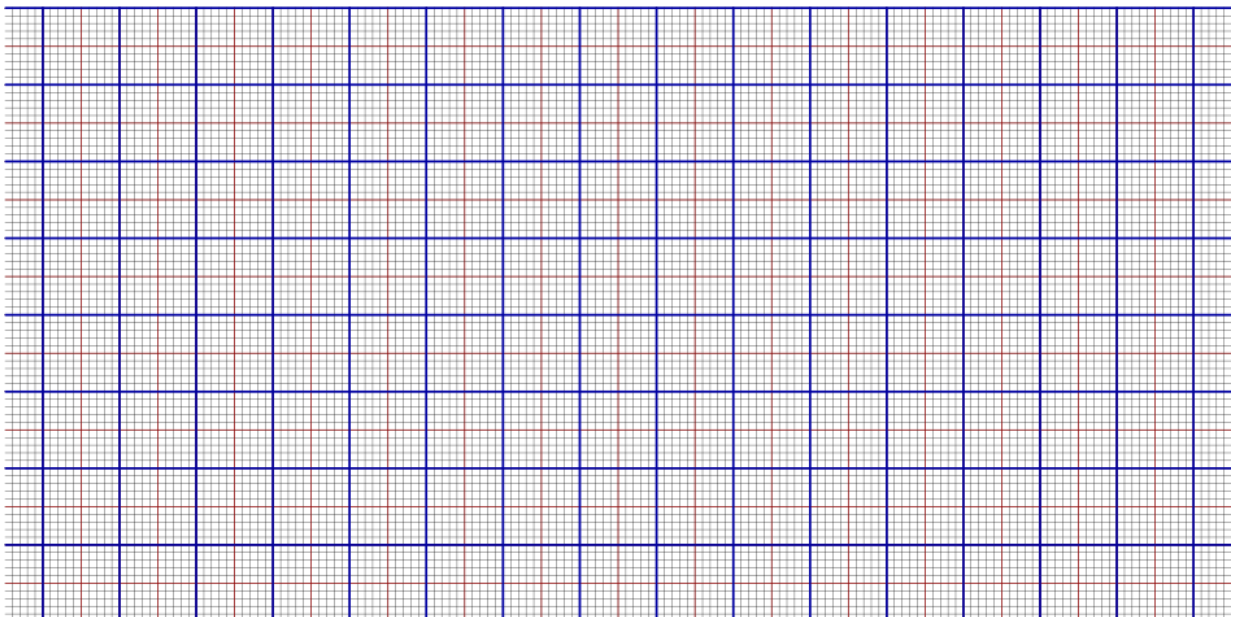
**F.** Descrivete il tipo di movimento che Angry Bird compie in direzione verticale?

.....

.....

.....

**G.** Dividere la differenza della componente di posizione in direzione verticale per la posizione  $y_0$  di Angry Bird al tempo  $t = 0s$  con il tempo e tracciare il grafico  $(y - y_0)/t = f(t)$  per  $t > 0s$ .



**H.** Tracciare la retta che passa per tutti i punti del grafico, determinarne la pendenza e l'ordinata. Qual è il significato fisico della pendenza e dell'ordinata della retta che avete costruito?

Pendenza = .....

Ordinata = .....

.....  
 .....  
 .....

**I.** Utilizzando i risultati di D e H, calcolate la velocità iniziale  $v_0$  dell'uccello arrabbiato e l'angolo di tiro  $\theta$ .

$v_0 =$  .....

$\theta =$  .....

**J.** Disegnate nella Figura 1 i vettori velocità e accelerazione nel punto più alto della sua orbita e scrivete la misura di queste due quantità.

Velocità,  $U =$  .....

Accelerazione,  $a =$  .....

Un secondo Angry Bird viene lanciato dalla stessa posizione di partenza e raggiunge la stessa altezza massima del primo. Durante la sua discesa colpisce l'ostacolo in cima a M.

**K.** Disegnate una possibile traiettoria del secondo Angry Bird, nella Figura 1, e stimate (senza calcoli) il tempo di volo fino al raggiungimento del bersaglio.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



### Squadra 3: Determinazione della velocità iniziale da parte del lanciatore

#### Strumenti necessari:

- Montante / Tavolo
- Lanciatore (mini lanciatore)
- Sfera di ferro (16 mm)
- Righello / metro a nastro lungo 2 m (calibrato in millimetri)

**Obiettivo:** Con questa attività studierete la dipendenza della gittata dalla velocità del proiettile e la sua dipendenza dall'angolo di tiro.

#### Descrizione dell'attività sperimentale

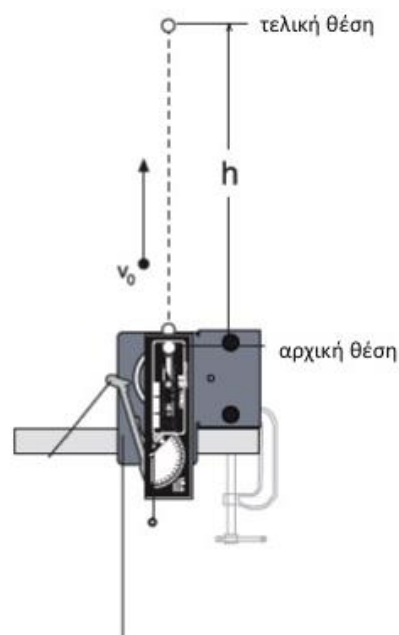
Per prima cosa dovrete calcolare la velocità di lancio del proiettile per le tre diverse posizioni di tiro del lanciatore. In questa attività utilizzerete un metodo basato sul principio di conservazione dell'energia.

Posizionare il lanciatore in modo che lanci la palla verticalmente verso l'alto con un angolo di  $90^\circ$ . Posizionare un righello di 2 m sul tavolo e accanto al lanciatore che può essere fissato in posizione verticale.

Dopo aver posizionato il proiettile all'interno del lanciatore, armare la molla nella sua frizione più grande (terza posizione).

Effettuare un tiro di prova per assicurarsi di poter utilizzare il

righello per misurare l'altezza della palla. Se l'altezza è abbastanza grande da poter essere misurata, è necessario abbassare il lanciatore a un'altezza inferiore e riprovare. Dovrete misurare la velocità di lancio per tutte le posizioni di rinforzo. Una persona del gruppo deve essere in grado di leggere l'altezza massima raggiunta senza introdurre errori di parallasse.



#### Esecuzione ed elaborazione delle misure

- A.** Per ogni posizione di rinforzo dell'ugello effettuare 5 misurazioni dell'altezza massima,  $h_{\text{μεγ}}$ , a cui giunge il proiettile e compilare la Tabella 3.1. Calcolare il valore medio dell'altezza massima.



**Tabella 3.1**

	Posizione dell'ugello 1	Posizione dell'ugello 2	Posizione dell'ugello 3
Misura 1, $h_{\mu\epsilon\gamma}^1$			
Misura 2, $h_{\mu\epsilon\gamma}^2$			
Misura 3, $h_{\mu\epsilon\gamma}^3$			
Misura 4, $h_{\mu\epsilon\gamma}^4$			
Misura 5, $h_{\mu\epsilon\gamma}^5$			
$\langle h_{\mu\epsilon\gamma} \rangle$			
$v_0^2$			

**B.** Dai valori dell'altezza massima misurata, calcolare il quadrato della velocità per ogni posizione di tiro del lanciatore e compilare la Tabella 1 secondo il principio di conservazione dell'energia.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**C.** Ritenete che l'attuale misurazione della velocità di lancio sia affetta da un errore sistematico? Discutete in classe i fattori che possono introdurre un errore sistematico nella misurazione di cui sopra e suggerite un modo per misurare il contributo del più importante dei fattori considerati.

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Attività 4: dipendenza della gittata dall'angolo di tiro per una velocità iniziale costante**

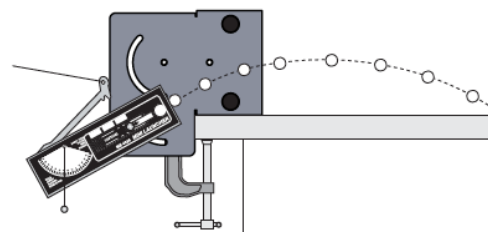
**Strumenti necessari:**

- Montante / Tavolo
- Lanciatore (mini lanciatore)
- Sfera di ferro (16 mm)
- Righello / metro a nastro lungo 2 m (calibrato in millimetri)
- Carta da forno
- Carta carbone

Obiettivo: Vedere la dipendenza della portata dall'angolo di tiro della sfera e ricavare una relazione di dipendenza.

**Descrizione dell'attività**

Fissare il lanciatore al bordo del tavolo come mostrato nella figura a fianco. La posizione della sfera deve essere sullo stesso piano orizzontale della superficie del tavolo e il lanciatore deve lanciare la sfera verso il tavolo.



Regolare prima il lanciatore con un angolo di 10° e provare un tiro con la posizione centrale del lanciatore. Posizionare la carta carbone sul tavolo nel punto in cui la pallina colpisce il tavolo e fissarla con del nastro adesivo.

**Misure e loro elaborazione**



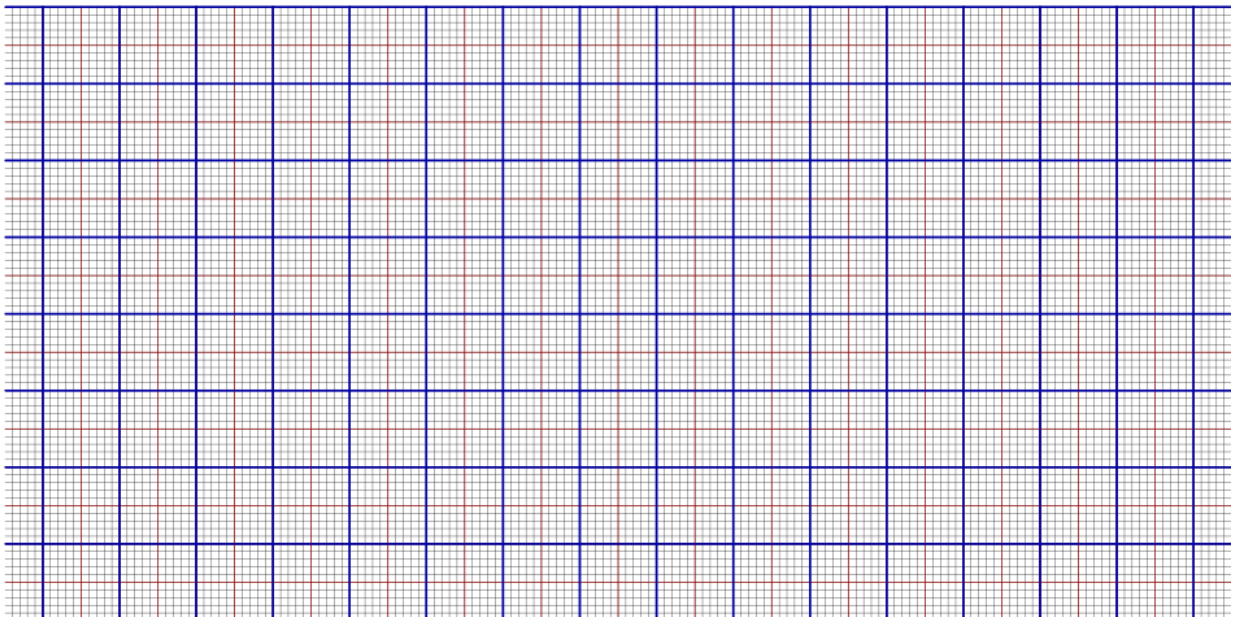
- A.** Provare 3 scatti con il valore medio di velocità. Misurare la gittata (i valori 1, 2, 3) per ciascuno di questi tiri. Calcolare il valore medio della gittata e compilare la Tabella 4.1 di conseguenza.
- B.** Ripetere il passaggio precedente per tutti gli angoli dal  $10^\circ$  all' $80^\circ$  con il passo  $10^\circ$  e completare i restanti elementi della Tabella 4.1. Eseguire le misure anche per un angolo di ripresa di  $45^\circ$ .



**Tabella 4.1**

Angolo di ripresa	Colpo 1, $d_1$ (m)	Colpo 2, $d_2$ (m)	Colpo 3, $d_3$ (m)	$\langle d \rangle$ (m)	$\langle d_{\theta_{\text{cop}}} \rangle$ (m)
10°					
20°					
30°					
40°					
45°					
50°					
60°					
70°					
80°					

C. Disegnate il grafico  $d = f(\theta)$ , della gittata in funzione dell'angolo di tiro sulla carta millimetrata che vi è stata data.



D. Scrivete le vostre osservazioni sulla relazione che lega l'angolo di tiro alla gittata e sulla relazione tra gli angoli di tiro che danno la stessa gittata. Scrivete l'angolo per il quale la gittata ottiene il valore massimo.

.....

.....

.....

.....

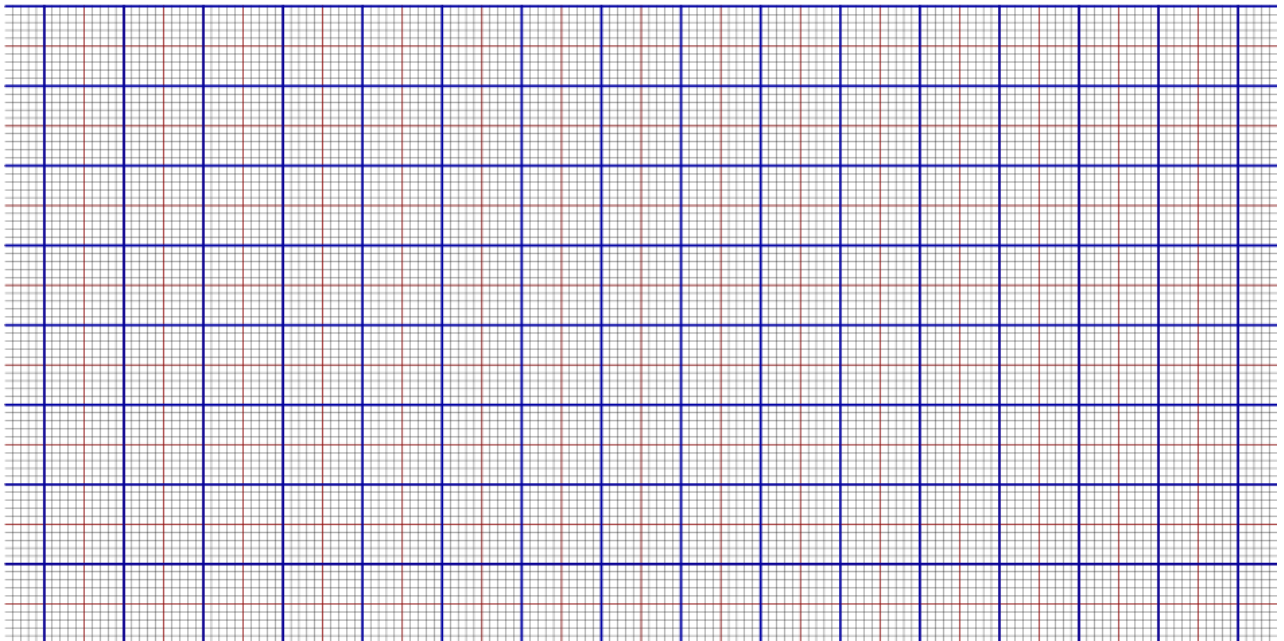
.....



E. Quindi, a partire dalla fase precedente, confrontate il tempo di volo della sfera per gli angoli con la stessa portata e scrivete le vostre conclusioni. Ad esempio, come si colloca il tempo di volo per gli angoli di ripresa  $30^\circ$  και  $60^\circ$  ? Spiegate in dettaglio le argomentazioni che hanno portato alla vostra conclusione.

.....  
.....

.....F. Tracciare il grafico  $d_{\mu\epsilon\gamma} = f(\sin(2\theta))$  dell'ampiezza in funzione del seno del doppio dell'angolo di accensione  $\theta$  e tracciare la retta che passa più vicino ai punti sperimentali.



G. **Να** εξηγήσετε τη μέθοδο που χρησιμοποιήσατε. Considerando l'accelerazione di gravità  $g = 9,8\text{m/s}^2$  e le caratteristiche della linea tracciata, calcolate la velocità di lancio della sfera. Confrontate il vostro risultato con il valore trovato nell'attività 3 (chiedete al terzo gruppo). Spiegate il metodo utilizzato.

.....  
.....  
.....  
.....

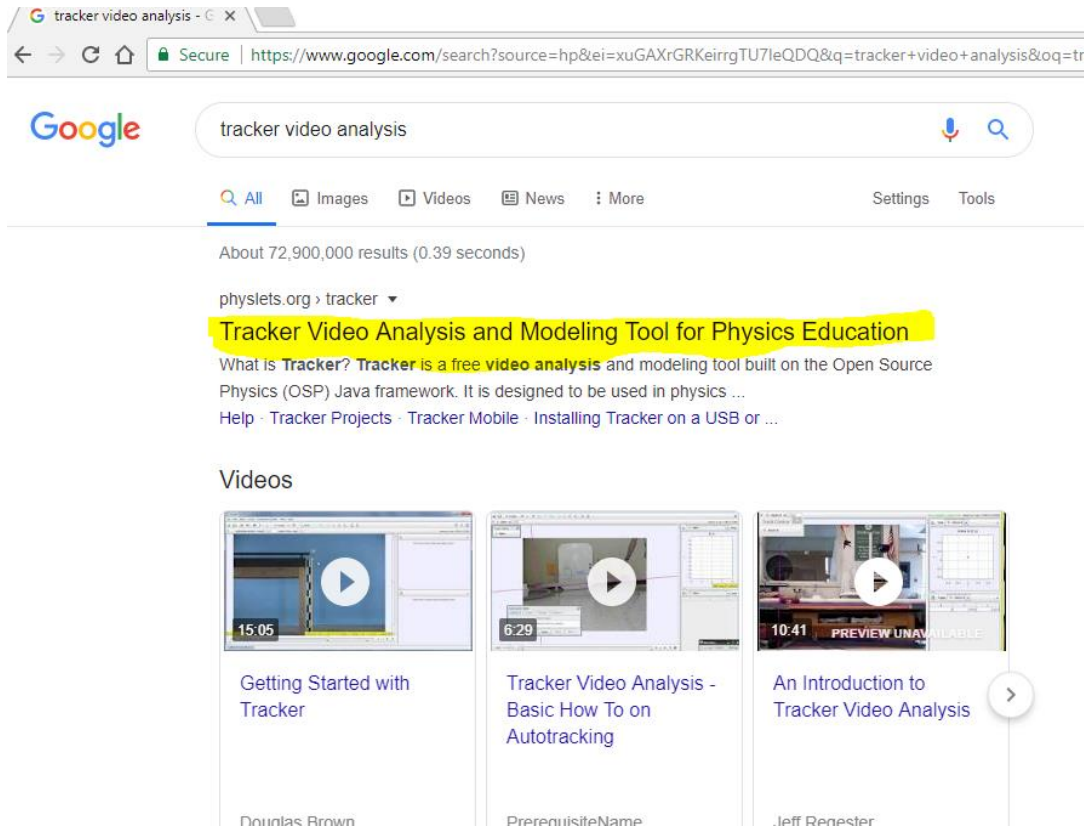




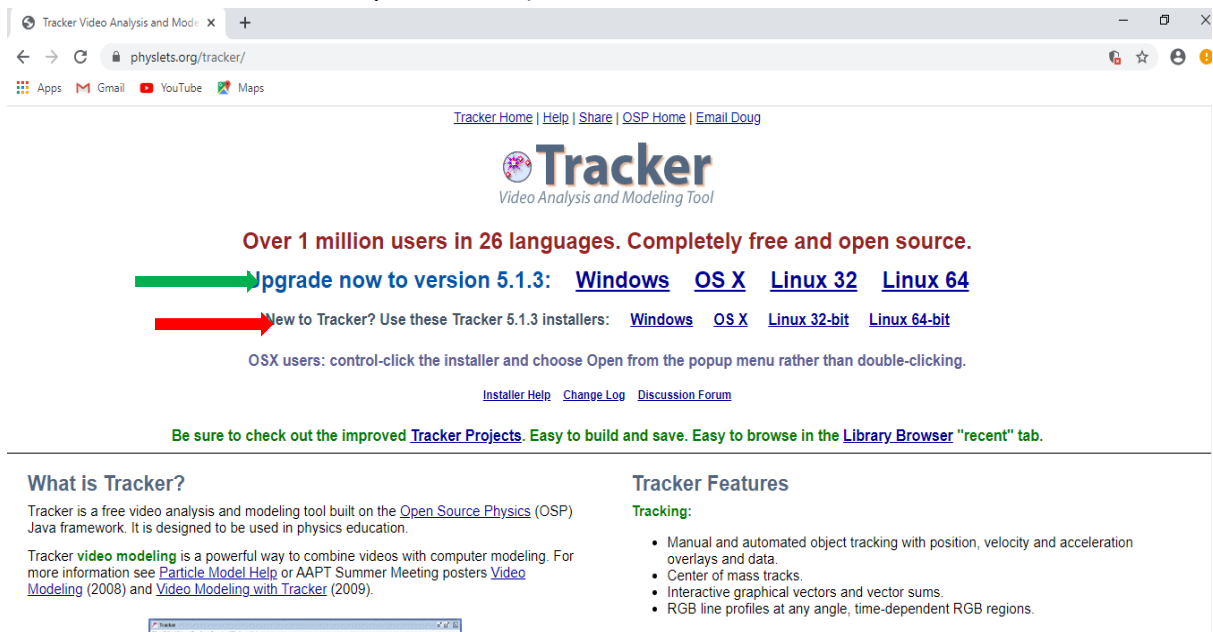


## Allegato 1: Brevi istruzioni per l'installazione del software Tracker (note di Dhr George Tsalakou)

1. In un motore di ricerca scriviamo "Tracker video analysis". Il risultato della ricerca è mostrato di seguito:



2. Dall'elenco dei risultati facciamo clic su [Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education](#). Questo ci porta al sito web di Tracker. (È possibile accedere al sito web di Tracker anche con Ctrl + click sul link precedente).



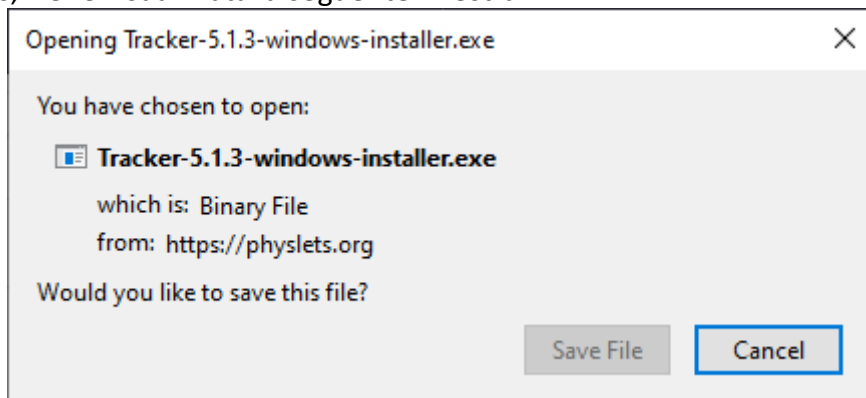
Se sul nostro computer è installata una versione precedente di Tracker, possiamo aggiornare la versione selezionando il sistema operativo corrispondente al nostro computer nella riga indicata dalla freccia verde (o nel link corrispondente qui sotto):

Aggiornare ora alla versione 5.1.3: [Windows](#) [OS X](#) [Linux 32](#) [Linux 64](#)

Se stiamo per installare Tracker per la prima volta, facciamo clic sul sistema operativo corrispondente del nostro computer nella riga che mostra la freccia rossa (o sul link corrispondente qui sotto) per scaricare il programma di installazione di Tracker sul nostro computer.

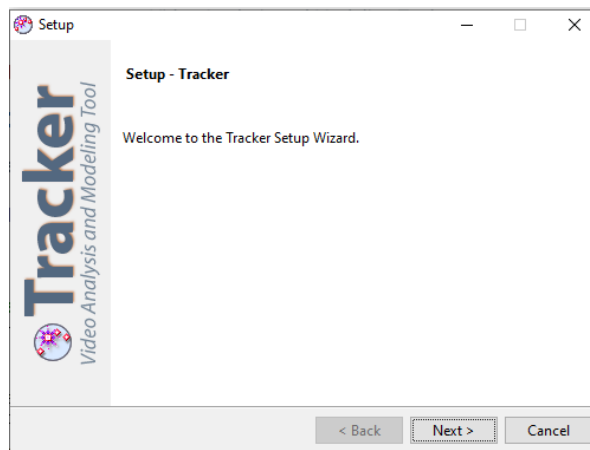
Siete nuovi a Tracker? Utilizzate questi programmi di installazione di Tracker 5.1.3: [Windows](#) [OS X](#) [Linux 32-bit](#) [Linux 64-bit](#)

I passi seguenti riguardano l'installazione del software Tracker per la prima volta. Per Windows, viene visualizzata la seguente finestra:



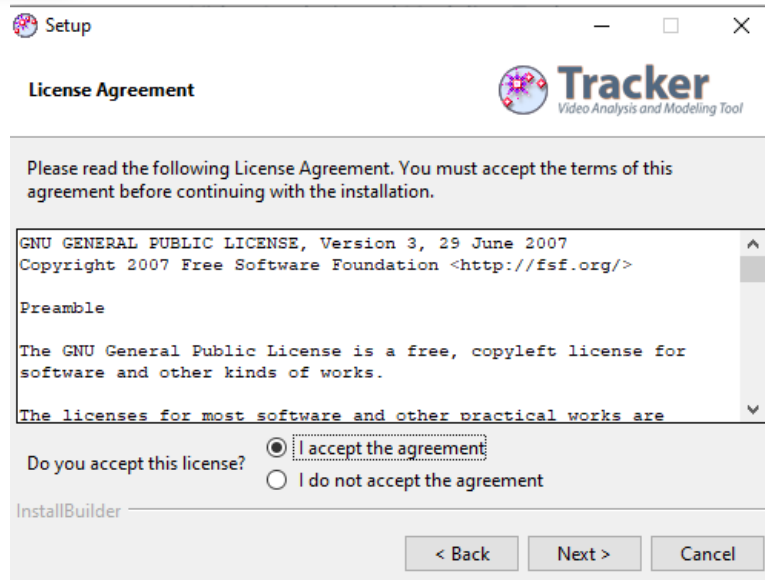
Faremo quindi clic su Salva file. Il file di installazione di Tracker verrà scaricato sul nostro computer.

- Una volta completato il download del file sul nostro computer, troviamo il file e facciamo doppio clic per avviare l'installazione. Viene visualizzata la seguente finestra:



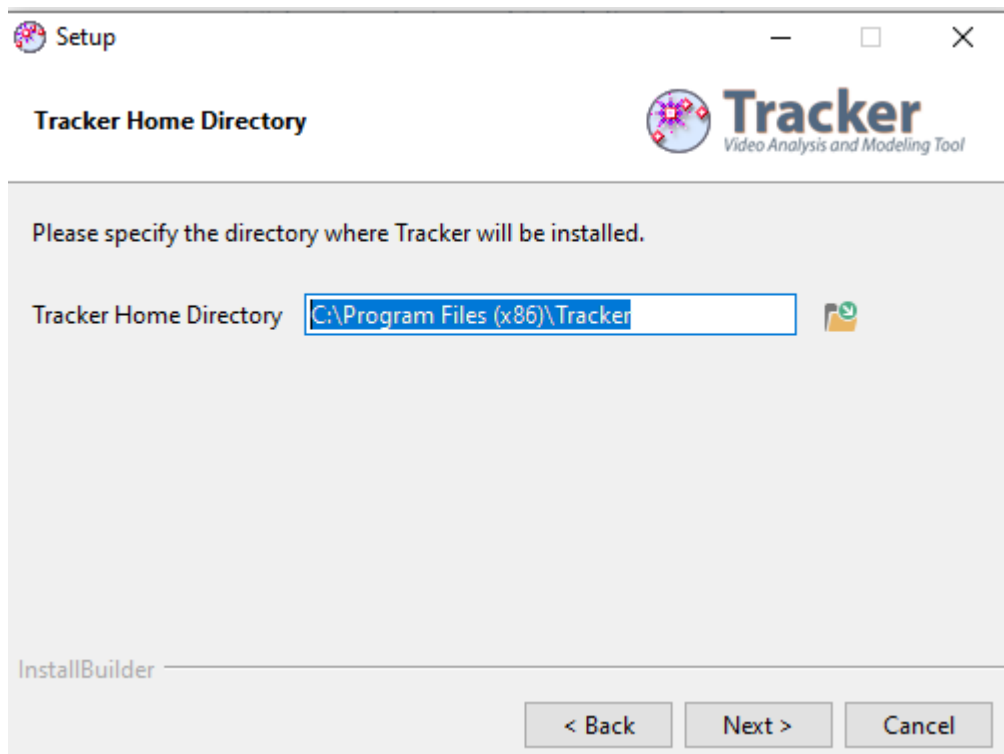
Fare clic su Avanti. Viene visualizzata la seguente finestra





Selezioniamo Accetto il contratto e facciamo clic su Avanti.

Viene visualizzata la seguente finestra.



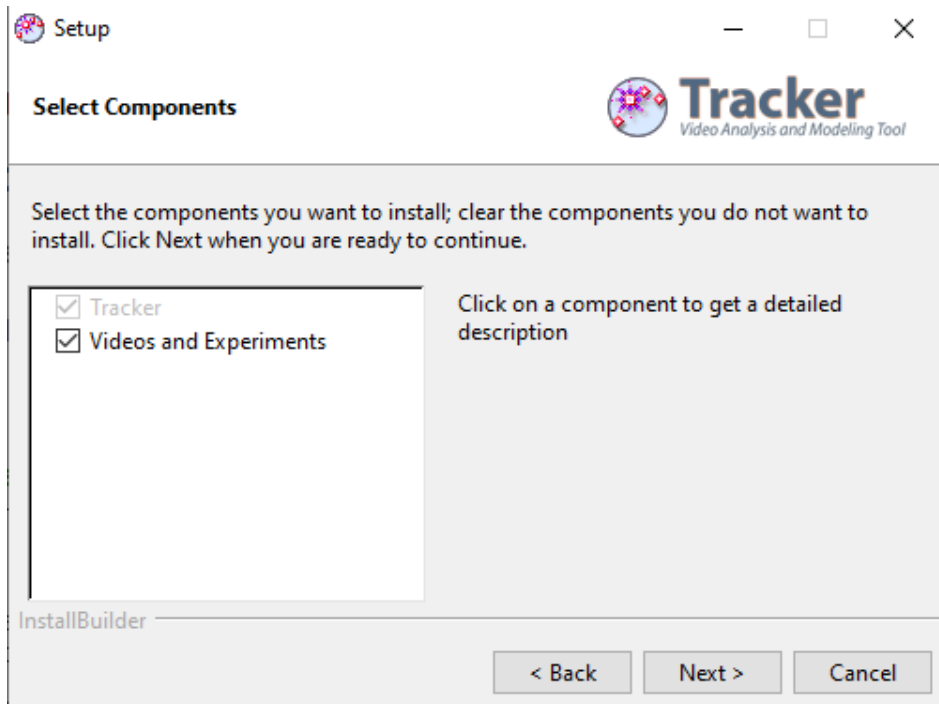
Qui si ha la possibilità di cambiare la posizione in cui installare il Tracker.

Per l'installazione sul disco rigido del nostro computer **non cambieremo nulla**.

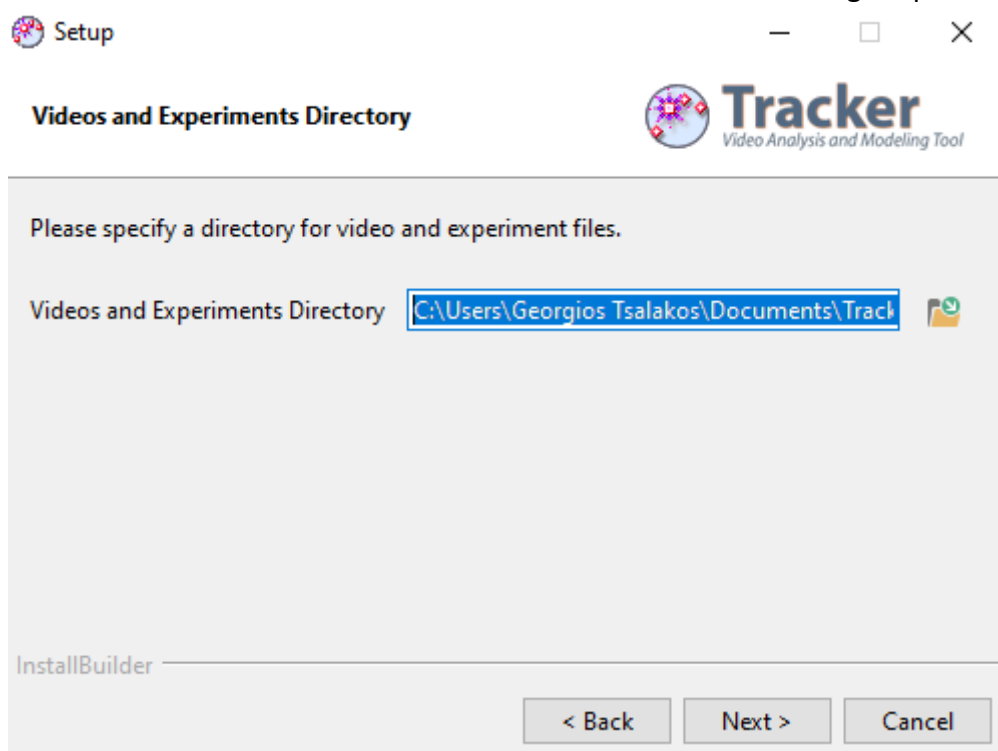
(Se si desidera installare il Tracker su una chiavetta di memoria, è possibile modificare l'indirizzo di installazione con E: \ Tracker, dove E è la lettera corrispondente alla chiavetta di memoria).



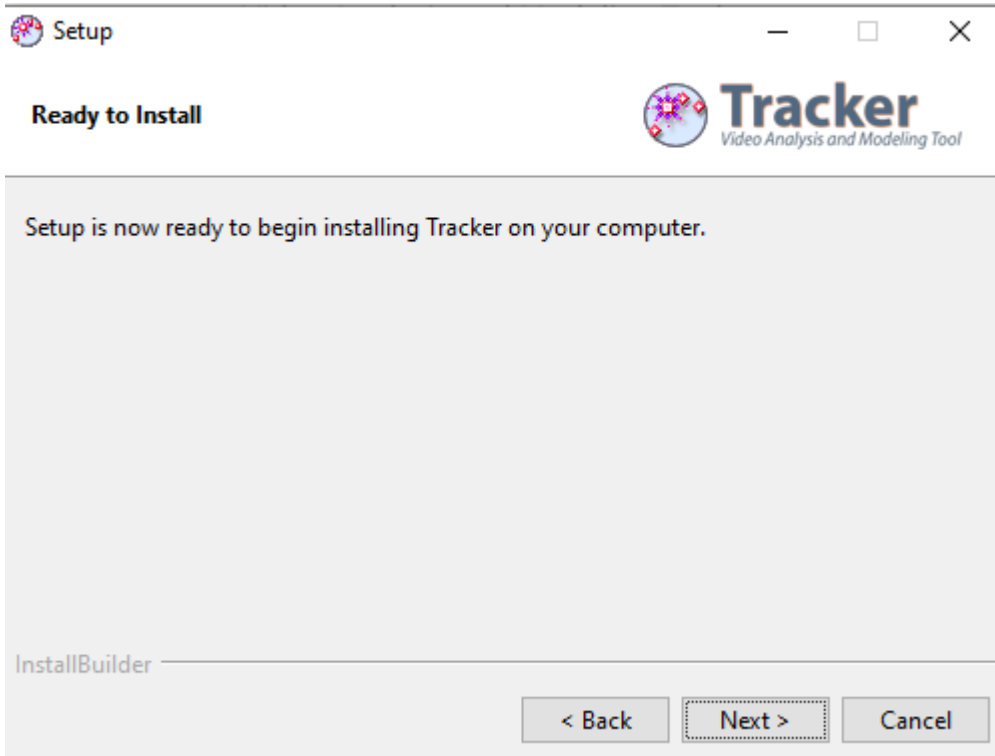
Fare clic su Avanti. Viene visualizzata un'altra finestra.



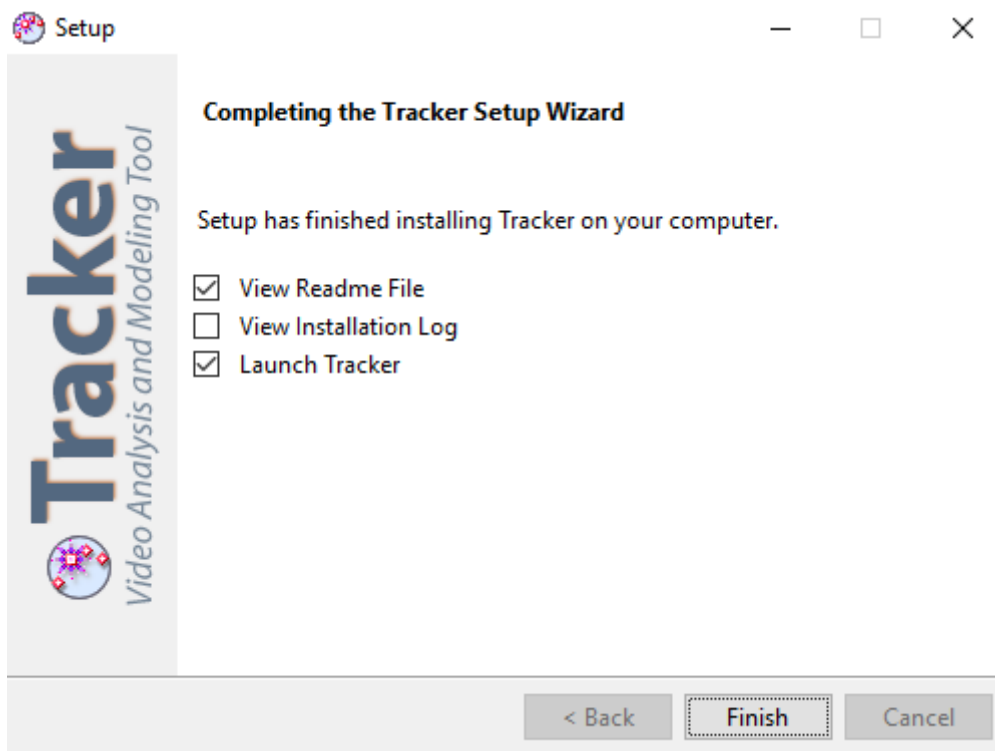
In questa finestra è possibile selezionare l'installazione dei file video e dei file sperimentali con Tracker. Si tratta di file utili, quindi vi consiglio di installarli anche voi. Facendo clic su Avanti viene visualizzata la finestra con l'indirizzo di installazione dei video e degli esperimenti:



Dopo aver selezionato l'indirizzo che si desidera installare per i video e gli esperimenti, fare clic su Avanti. Viene visualizzata l'ultima finestra prima di avviare l'installazione.



Facciamo clic su Avanti e l'installazione inizia. L'installazione potrebbe durare qualche minuto. Al termine dell'installazione appare la finestra finale.

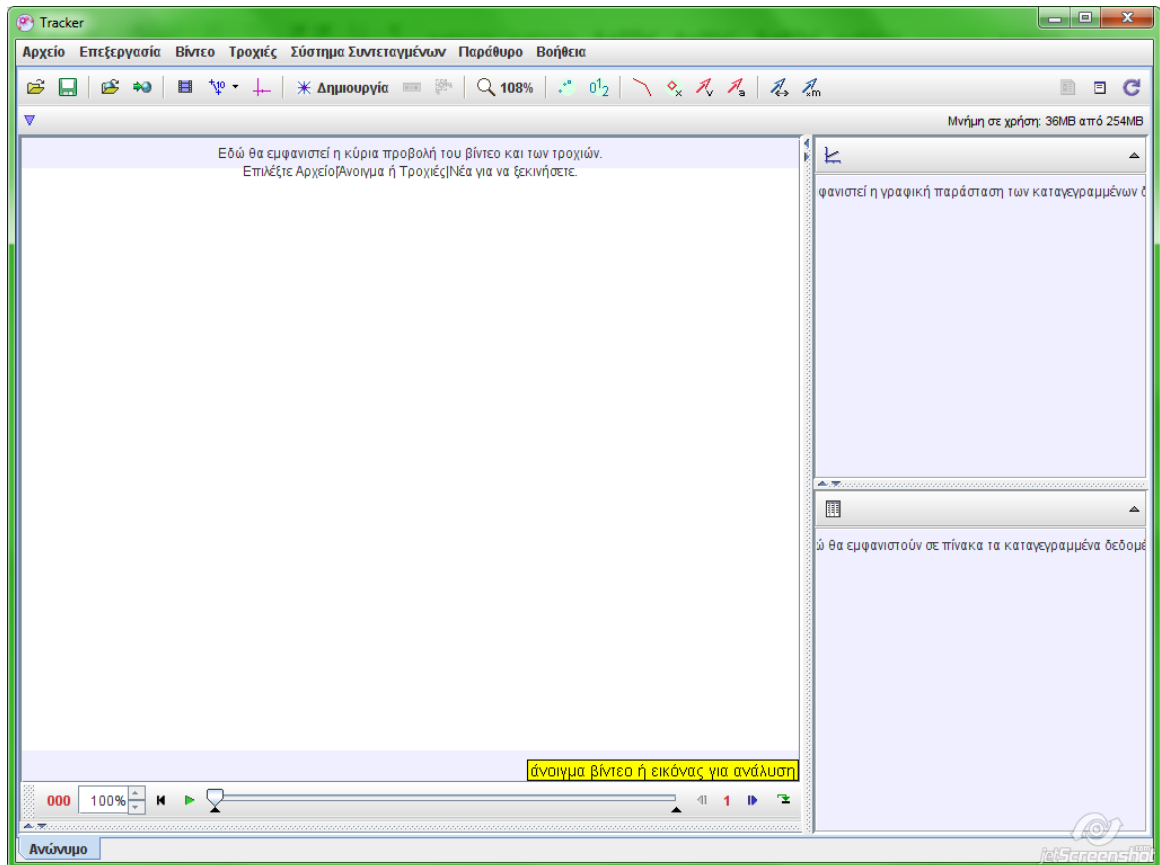


Facciamo clic su Fine e l'installazione è completata.

**Allegato 2: Brevi istruzioni per l'uso del programma di analisi video Tracker (Note del Dr. George Tsalakos)**

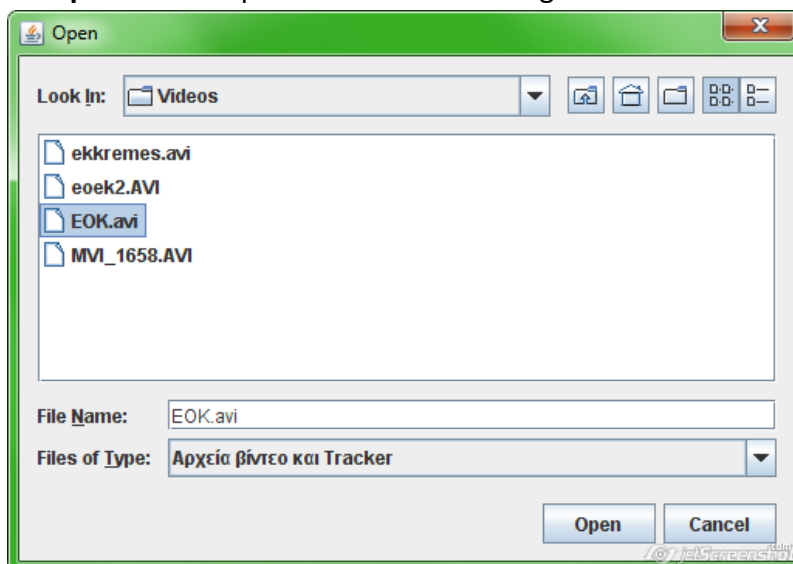


1. Aprire il programma. L'interfaccia di Tracker è mostrata di seguito:



2. Importiamo il video che analizzeremo.

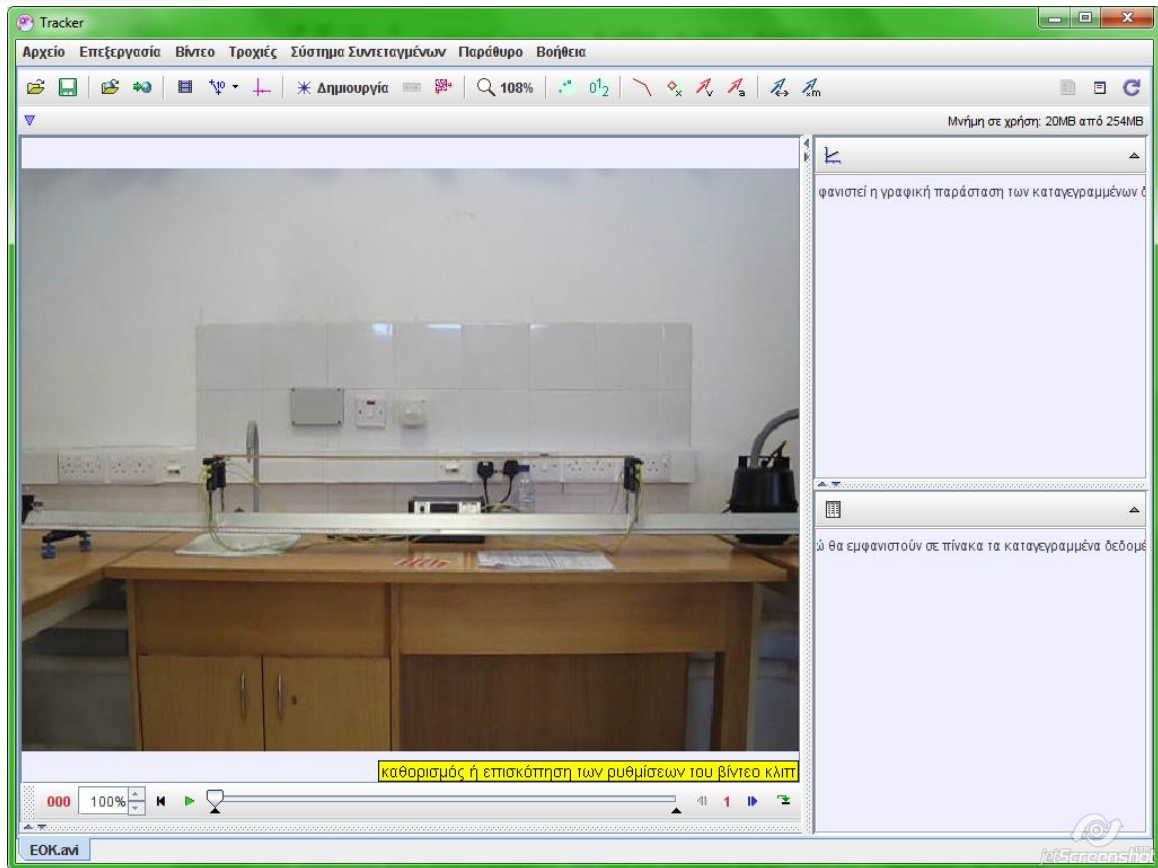
**Fare clic su File -> Apri file....** Si aprirà la finestra di dialogo



Troviamo il file video che ci interessa e facciamo clic su **Apri**.

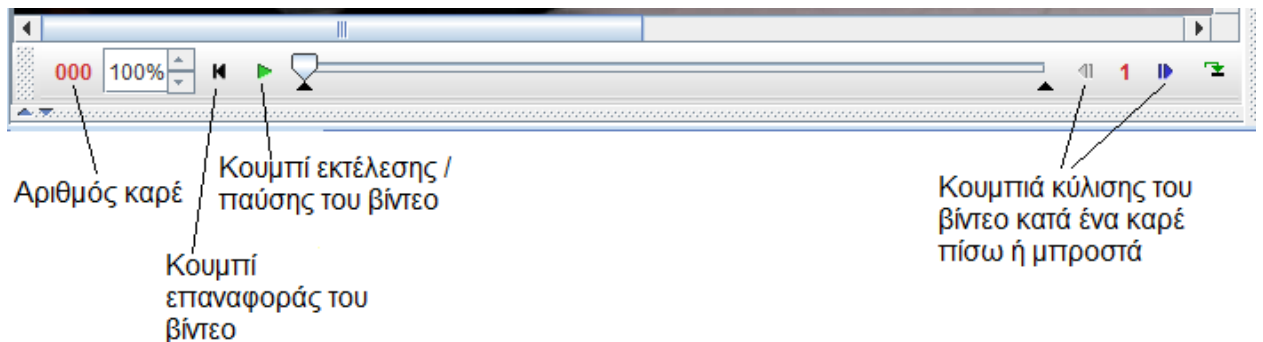
Il video appare nella finestra principale di Tracker.




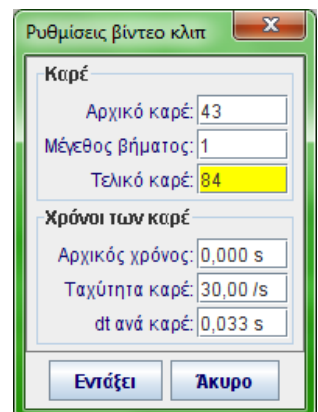


3. Selezioniamo la parte del video che include il movimento da analizzare.

Per farlo, si avvia il video facendo clic sul triangolo verde nella barra degli strumenti video in fondo alla finestra Tracker.



Dopo aver individuato il fotogramma iniziale e quello finale della traccia che si intende analizzare, si fa clic sull'icona  per aprire la finestra di dialogo Impostazioni clip che appare accanto ad essa. In questa finestra scriviamo il fotogramma iniziale (Start frame) e il fotogramma finale (End frame) del video clip che vogliamo selezionare e facciamo clic su OK.





4. Specifichiamo la scala nel video clip. Fare clic sull'icona e dalle opzioni visualizzate fare clic su Bastone di calibrazione. Il righello mostrato di seguito appare nella finestra del video



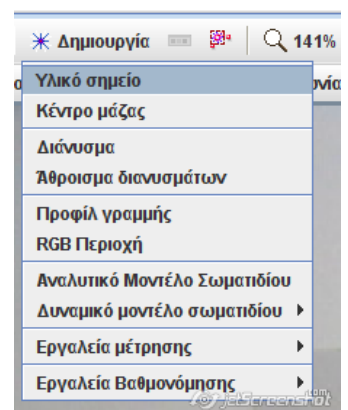
Facendo clic e trascinando su ogni croce, spostiamo il righello su un oggetto di dimensioni note (e che si trova al livello di moto che vogliamo studiare). Facendo clic sul numero che il righello ha, scriviamo le dimensioni dell'oggetto (in metri se vogliamo che l'unità di misura sia la lunghezza). In questo modo il Tracker può misurare le distanze necessarie per analizzare il movimento nel video.

5. Si posiziona un sistema di assi nel video facendo clic sull'icona . Spostiamo il sistema di assi nella posizione desiderata. Per farlo, si fa clic sull'inizio dell'asse e lo si trascina nella posizione desiderata. La piccola linea verticale indica il semiasse positivo di x. Facendo clic sul semiasse positivo di x possiamo ruotare il sistema di assi di un angolo qualsiasi, adatto allo studio del movimento.



6. Creiamo un punto materiale, che identifichiamo con il corpo o con il punto del corpo di cui vogliamo analizzare il movimento. Per farlo, fare clic sull'icona e selezionare Punto materiale (??) dal menu a

comparsa. Appare la finestra del Pannello di controllo , in cui sono visualizzati il nome del punto materiale (Corpo A) e la traccia che apparirà durante la registrazione del movimento del corpo (in questo caso - rombo).



## Foglio di lavoro in Tecnologia

### Indagine sperimentale sugli spari

Formate 4 squadre come nella prima lezione. Ogni squadra svolgerà un'attività diversa secondo il seguente programma:

#### **1<sup>st</sup> squadra - Attività 1 (Pagine 2 - 4)**

10' preparazione dell'esperimento

20' raccolta di dati sperimentali

#### **2<sup>nd</sup> team - Attività 2 (Pagine 5 - 9, Allegati 1 e 2)**

10' studiare il programma secondo le istruzioni (video tracker)

20' raccolta di dati sperimentali

#### **3<sup>rd</sup> squadra - Attività 3 (Pagine 10 - 12)**

10' preparazione dell'esperimento

20' raccolta di dati sperimentali

#### **4<sup>th</sup> squadra - Attività 4 (Pagine 13 - 16)**

10' preparazione dell'esperimento

20' raccolta di dati sperimentali

#### **Per tutto il team delle squadre**

25' per lavorare e completare i fogli di lavoro

10' per preparare il Power Point per spiegare ai compagni l'attività svolta.

15' 4' per ogni squadra per la presentazione in aula

Ci sarà una valutazione basata sulla vostra presentazione, sul contenuto della presentazione, sulla stesura delle conclusioni e in generale sulla partecipazione di tutti gli studenti alla realizzazione (collaborazione di gruppo).

5" per la discussione finale

**Compiti a casa:** Tutti gli studenti installeranno il programma Tracker (Allegato 1) sul proprio computer e prepareranno un file elettronico con i grafici del programma seguendo l'ordine della seconda esercitazione di laboratorio (pagine da 5 a 9) (istruzioni disponibili nell'Allegato



2) con le riprese video effettuate con i telefoni cellulari durante la lezione sulla costruzione della catapulta. I lavori devono essere inviati all'indirizzo e-mail XXX entro XXX.

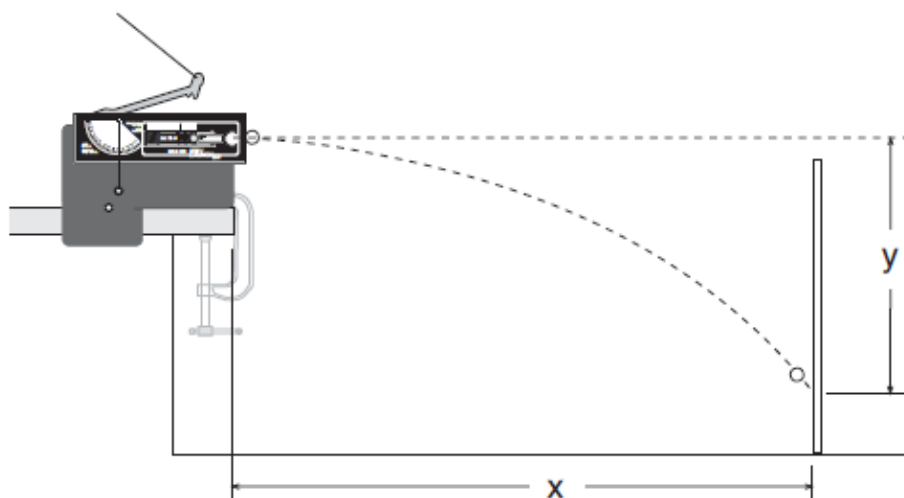
Il punteggio del lavoro finale sarà nuovamente incluso nella classifica finale complessiva della squadra vincitrice.

### **Attività 1: studio della traiettoria nel tiro orizzontale**

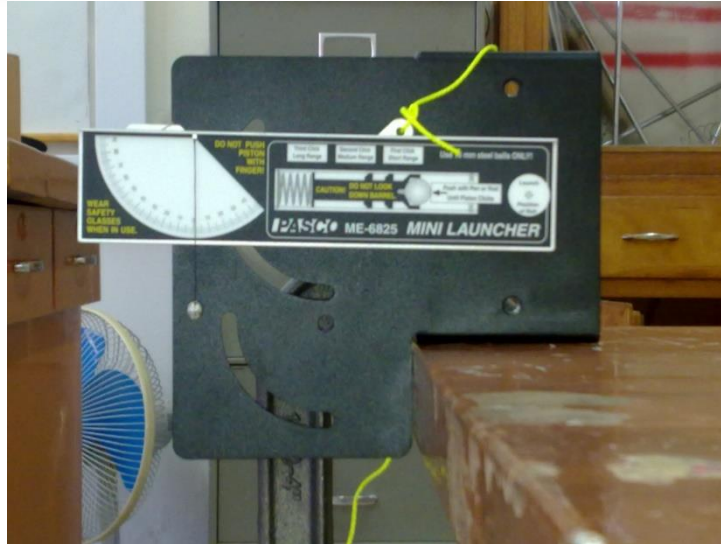
**Materiale:** Lanciatore di palline Pasco (Mini Launcher) con tutti gli accessori, adesivi per duplicatori, carbone montato su una tavola, nastro adesivo, righello.

**Obiettivi:** lo scopo di questo esperimento è determinare la gamma di valori della distanza orizzontale e verticale di una palla lanciata con un angolo. La velocità iniziale viene calcolata lanciando la palla in orizzontale e misurando l'altezza e la distanza orizzontale della palla.

#### **Descrizione dell'attività:**



Fissare il dispositivo in orizzontale sul banco del laboratorio e realizzare lo schema della figura. (Il dispositivo deve essere in posizione orizzontale, come mostrato chiaramente nella foto).



### Misure di trasporto

Spingere la palla fino al primo (secondo) scatto e premere il grilletto. Notate nel livello E la traccia lasciata dal proiettile quando lo colpisce.

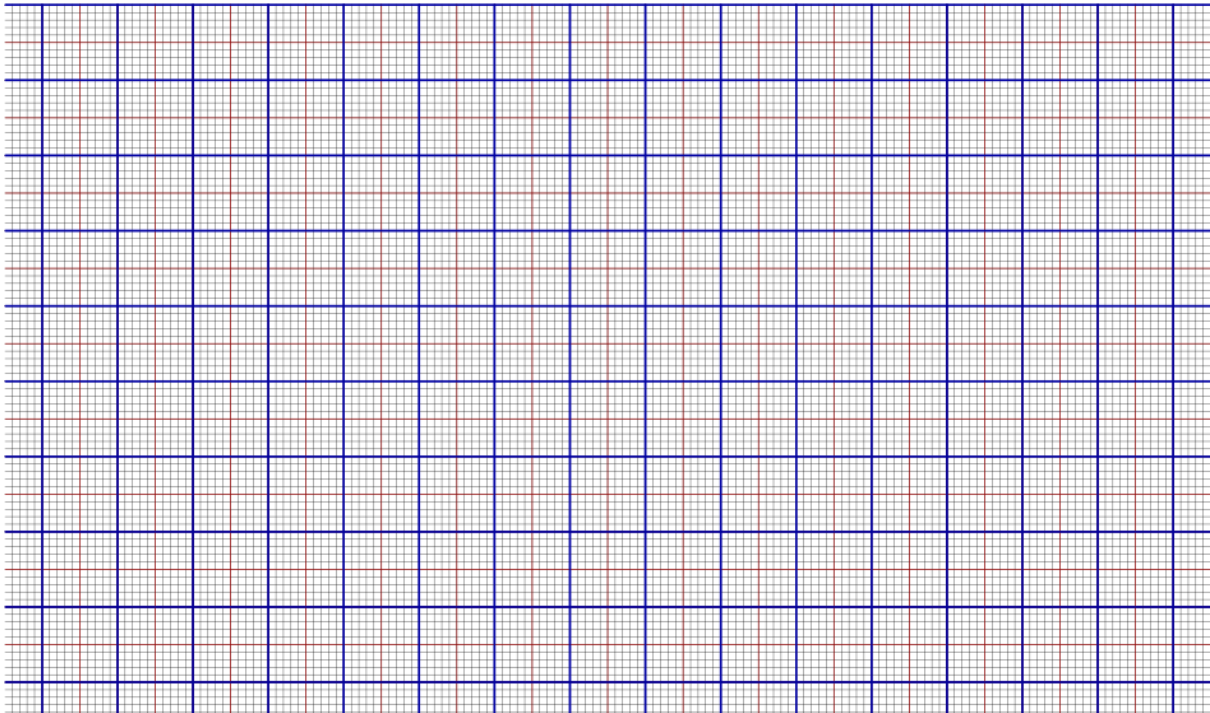
- A. Misurare la distanza orizzontale  $x$  e quella verticale  $y$ .
- B. Ripetete i passaggi da 2 a 5 lasciando la sfera alla stessa altezza  $h$  e spostando la livella E in posizioni diverse e avendo sempre la sfera nel primo (secondo) scatto.
- C. Compilare la tabella 1.1 con le misurazioni effettuate dopo ogni prova.

**Tabella 1.1.**

x (m)						
y (m)						

- D. Disegnare il grafico  $y=f(x)$ .





**Modifica delle misure**

**E.** Qual è la relazione matematica che esprime questo grafico? Quale dipendenza c'è tra l'ascissa e l'ordinata del grafico?

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**F.** Che cosa si può calcolare dalla pendenza del grafico in un determinato momento?

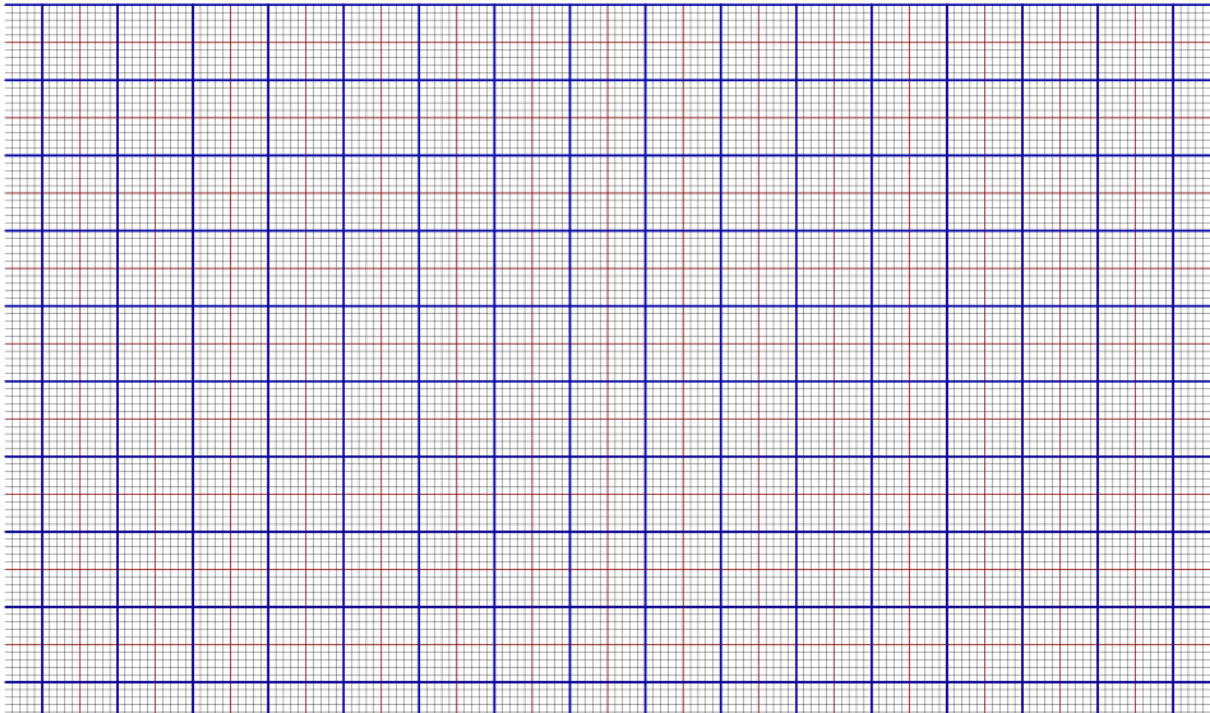
.....  
 .....  
 .....

**G.** Calcolare la pendenza del grafico a 2 diversi

x.....  
 .....  
 ..

**H.** Disegnare il grafico  $y=f(x^2)$





I. Che cosa notate ora in relazione al formato del grafico?

J. Che cosa calcoliamo ora dalla pendenza del grafico precedente? Calcolare la pendenza.....  
.....  
.....

K. Dato che l'accelerazione di gravità è  $g=9,8m/s^2$  calcolare la misura della velocità  $\mu e$  con cui si lancia la palla per eseguire un tiro orizzontale.  
.....  
.....  
.....  
.....

**Attività 2: Studio della ripresa laterale**

**Strumenti/attrezzi necessari:**

- Software H/Y e Video Tracker (<http://physlets.org/tracker/>)
- Filmato (Physics\_Projectile\_Motion\_angry\_birds.mp4)
- Righello (calibrato in millimetri)
- Carta millimetrata
- Matita

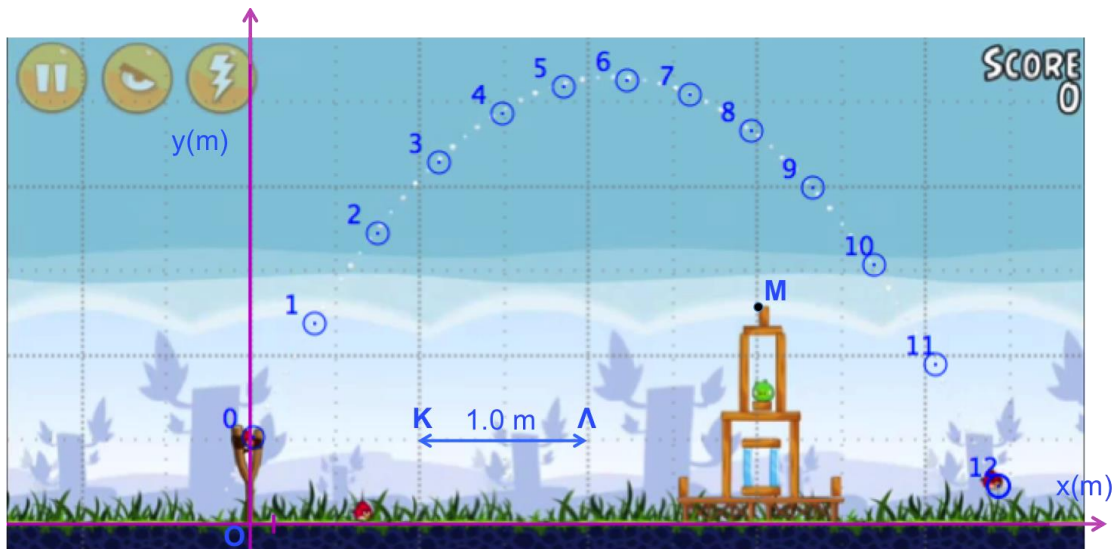
**Descrizione dell'attività**



Il software Video Tracker (VT) consente di raccogliere dati sulle misure fisiche che descrivono il movimento di un corpo dall'analisi di un nastro video. Analizzando il filmato in istantanee, possiamo monitorare l'evoluzione della posizione, della velocità e dell'accelerazione di un corpo nel tempo.

Utilizzando il software Video Tracker e le istruzioni riportate nell'Allegato 2, studiate la posizione orizzontale e verticale delle sfere per ogni istanza del video di Angry Birds che avete sul vostro computer (se non c'è il programma sul vostro computer, installatelo seguendo le istruzioni dell'Allegato 1). Ogni istantanea corrisponde allo stesso momento.

Lavorare sulla prima istantanea della tabella per estrarre tutte le procedure secondo l'Appendice 2 e poi le misure saranno modificate dalla foto della pagina successiva.



Εικόνα 2.1: Η τροχιά ενός Angry Bird που εκτελεί πλάγια βολή

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

..... La presente attività si basa sull'analisi del movimento del tiro laterale utilizzando un filmato del popolare videogioco "Angry Birds".

L'immagine mostra 13 istantanee del movimento di Angry Bird. La differenza di tempo tra due istantanee consecutive è di 0,033 secondi.





La scala temporale è determinata dalle caratteristiche del filmato. Il filmato specifico che utilizziamo mostra 30 istantanee al secondo, quindi la durata tra due istantanee consecutive è  $dt = 1s / 30 = 0,033 s$ .

C. Dall'immagine precedente, stimare il tempo di volo dell'uccello arrabbiato, *tflight*.

- Tempo di volo, *tflight* = .....

La scala spaziale è determinata dalla distanza nota di due punti nello spazio reale. La lunghezza del segmento di linea KL mostrato nella Figura 1 è di 1,0 m nello spazio reale.

Il movimento è descritto da grandezze fisiche definite rispetto a un sistema di riferimento. Nel caso della Figura 2.1, consideriamo la base dell'imbracatura come il principio O del sistema di coordinate ortogonali.

D. Calibrate gli assi e stimate il raggio d'azione di Angry Bird.

Gamma,  $d = \dots\dots\dots$

Il movimento eseguito dal corpo può essere analizzato, come nella ripresa orizzontale, in due componenti verticali, indipendenti tra loro, che sono descritte dai grafici posizione - tempo.

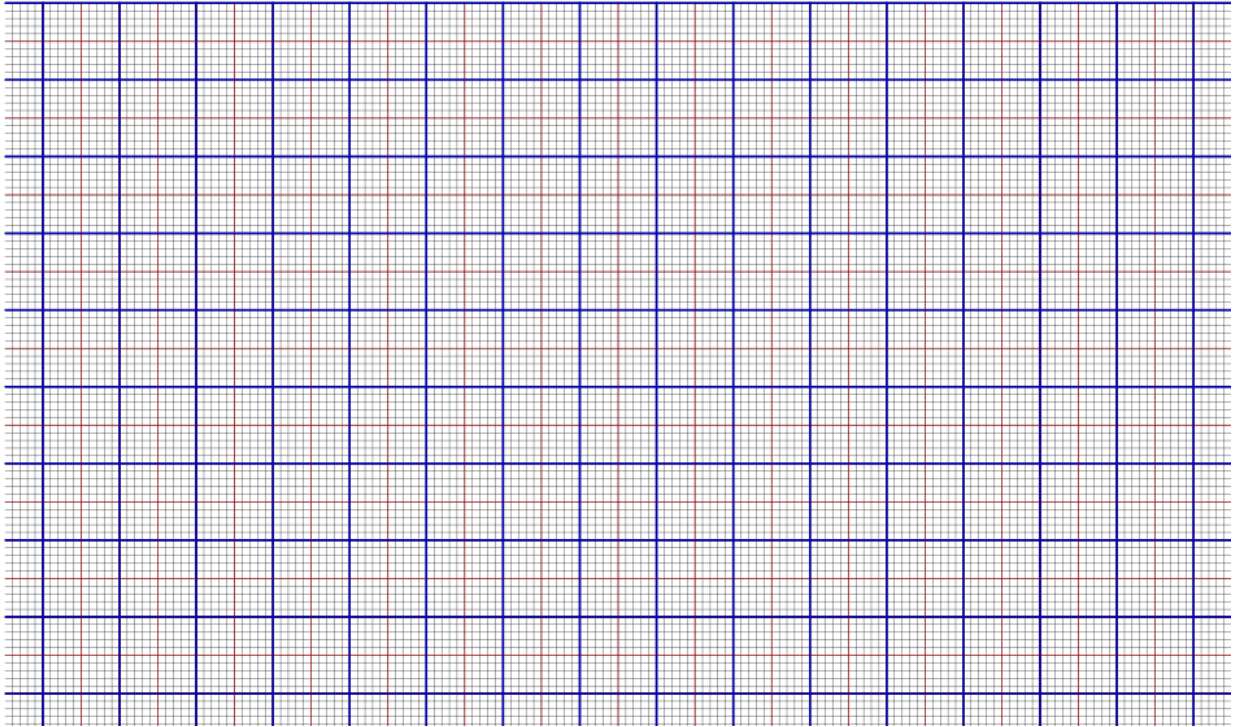
C1. Compilate la tabella sottostante utilizzando la Figura 2.1 e le scale spazio-temporali definite in precedenza.

#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x (m)													
y (m)													
t (s)													

C2. Utilizzando le informazioni della tabella precedente, tracciate il grafico  $x = f(t)$ , della posizione orizzontale di Angry Bird rispetto al tempo.







**D.** Determinate il tipo di moto che compie l'Angry Bird, tracciate la retta che passa più vicino a tutti i punti del grafico e calcolatene la pendenza e l'ordinata. Scrivete il significato fisico di queste grandezze?

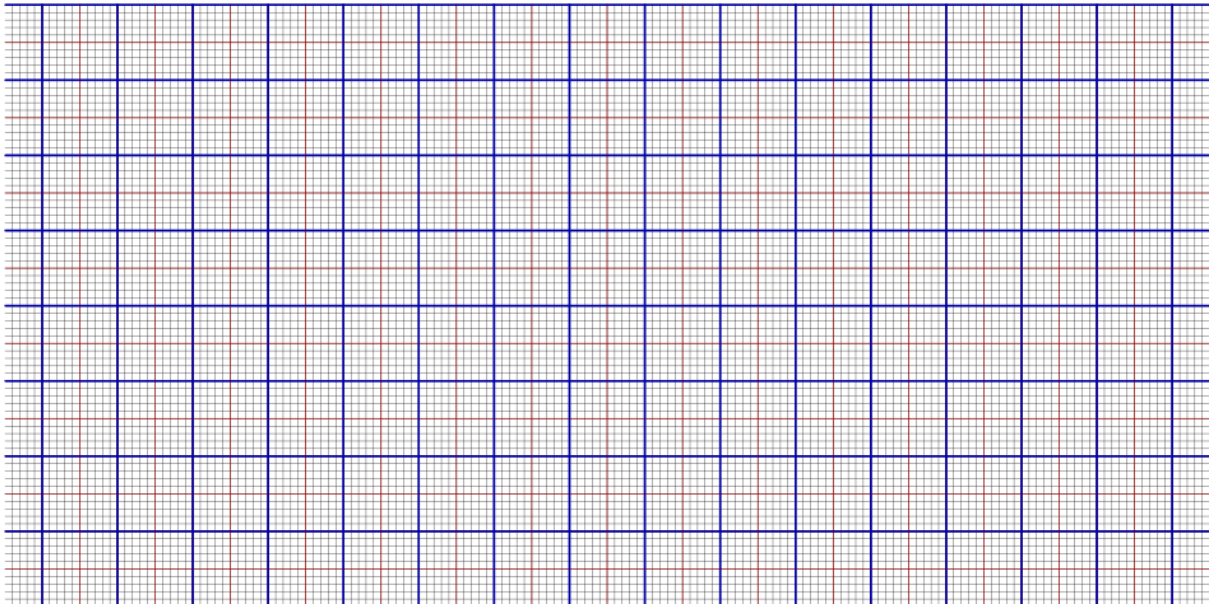
Pendenza = .....

Ordinata = .....

.....  
 .....  
 .....

**E.** Utilizzando i dati della tabella precedente, costruite il grafico  $y = f(t)$ , la posizione verticale di Angry Bird nel tempo.





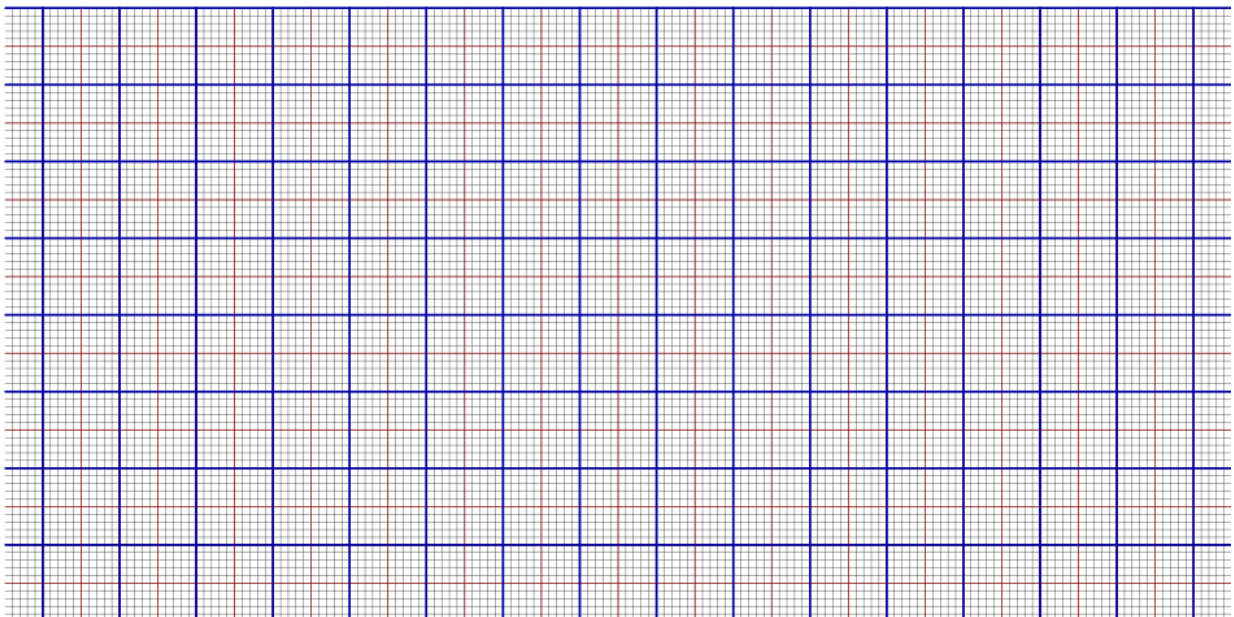
**F.** Descrivete il tipo di movimento che Angry Bird compie in direzione verticale?

.....

.....

.....

**G.** Dividere la differenza della componente di posizione in direzione verticale per la posizione  $y_0$  di Angry Bird al tempo  $t = 0s$  con il tempo e tracciare il grafico  $(y - y_0)/t = f(t)$  per  $t > 0s$ .



**H.** Tracciare la retta che passa per tutti i punti del grafico, determinarne la pendenza e l'ordinata. Qual è il significato fisico della pendenza e dell'ordinata della retta che avete costruito?



Pendenza = .....

Ordinata = .....

.....  
 .....  
 .....

**I.** Utilizzando i risultati di D e H, calcolate la velocità iniziale  $v_0$  dell'uccello arrabbiato e l'angolo di tiro  $\theta$ .

$v_0 =$  .....

$\theta =$  .....

**J.** Disegnate nella Figura 1 i vettori velocità e accelerazione nel punto più alto della sua orbita e scrivete la misura di queste due quantità.

Velocità,  $U =$  .....

Accelerazione,  $a =$  .....

Un secondo Angry Bird viene lanciato dalla stessa posizione di partenza e raggiunge la stessa altezza massima del primo. Durante la sua discesa colpisce l'ostacolo in cima a M.

**K.** Disegnate una possibile traiettoria del secondo Angry Bird, nella Figura 1, e stimate (senza calcoli) il tempo di volo fino al raggiungimento del bersaglio.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



### Squadra 3: Determinazione della velocità iniziale da parte del lanciatore

#### Strumenti necessari:

- Montante / Tavolo
- Lanciatore (mini lanciatore)
- Sfera di ferro (16 mm)
- Righello / metro a nastro lungo 2 m (calibrato in millimetri)

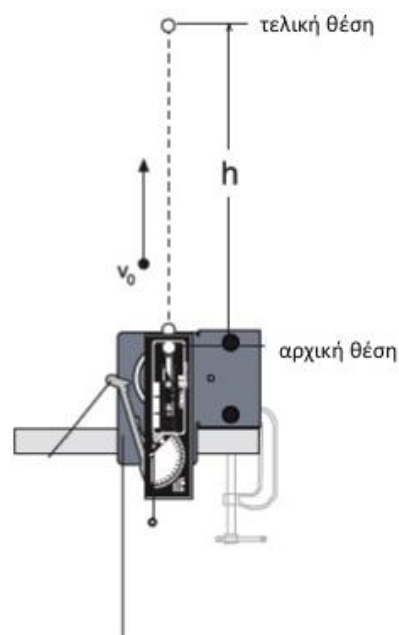
**Obiettivo:** Con questa attività studierete la dipendenza della gittata dalla velocità del proiettile e la sua dipendenza dall'angolo di tiro.

#### Descrizione dell'attività sperimentale

Per prima cosa dovrete calcolare la velocità di lancio del proiettile per le tre diverse posizioni di tiro del lanciatore. In questa attività utilizzerete un metodo basato sul principio di conservazione dell'energia.

Posizionare il lanciatore in modo che lanci la palla verticalmente verso l'alto con un angolo di 90°. Posizionare un righello di 2 m sul tavolo e accanto al lanciatore che può essere fissato in posizione verticale.

Dopo aver posizionato il proiettile all'interno del lanciatore, armare la molla nella sua frizione più grande (terza posizione). Effettuare un tiro di prova per assicurarsi di poter utilizzare il righello per misurare l'altezza della palla. Se l'altezza è abbastanza grande da poter essere misurata, è necessario abbassare il lanciatore a un'altezza inferiore e riprovare. È necessario misurare la velocità di lancio per tutte le posizioni di rinforzo. Una persona del gruppo deve essere in grado di leggere l'altezza massima raggiunta senza introdurre errori di parallasse.



#### Esecuzione ed elaborazione delle misure

- A.** Per ogni posizione di rinforzo dell'ugello effettuare 5 misurazioni dell'altezza massima,  $h_{\text{μεγ}}$ , a cui giunge il proiettile e compilare la Tabella 3.1. Calcolare il valore medio dell'altezza massima.



**Tabella 3.1**

	Posizione dell'ugello 1	Posizione dell'ugello 2	Posizione dell'ugello 3
Misura 1, $h_{\mu\epsilon\gamma}^1$			
Misura 2, $h_{\mu\epsilon\gamma}^2$			
Misura 3, $h_{\mu\epsilon\gamma}^3$			
Misura 4, $h_{\mu\epsilon\gamma}^4$			
Misura 5, $h_{\mu\epsilon\gamma}^5$			
$\langle h_{\mu\epsilon\gamma} \rangle$			
$v_0^2$			

**B.** Dai valori dell'altezza massima misurata, calcolare il quadrato della velocità per ogni posizione di tiro del lanciatore e compilare la Tabella 1 secondo il principio di conservazione dell'energia.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**C.** Ritenete che l'attuale misurazione della velocità di lancio sia affetta da un errore sistematico? Discutete in classe i fattori che possono introdurre un errore sistematico nella misurazione di cui sopra e suggerite un modo per misurare il contributo del più importante dei fattori considerati.

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Attività 4: dipendenza della gittata dall'angolo di tiro per una velocità iniziale costante**

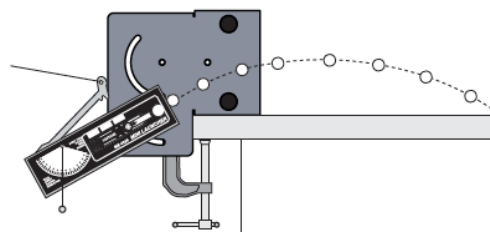
**Strumenti necessari:**

- Montante / Tavolo
- Lanciatore (mini lanciatore)
- Sfera di ferro (16 mm)
- Righello / metro a nastro lungo 2 m (calibrato in millimetri)
- Carta da forno
- Carta / carbonio

Obiettivo: Vedere la dipendenza della portata dall'angolo di tiro della sfera e ricavare una relazione di dipendenza.

**Descrizione dell'attività**

Fissare il lanciatore al bordo del tavolo come mostrato nella figura a fianco. La posizione della sfera deve essere sullo stesso piano orizzontale della superficie del tavolo e il lanciatore deve lanciare la sfera verso il tavolo.



Regolare prima il lanciatore con un angolo di 10° e provare un tiro con la posizione centrale del lanciatore. Posizionare la carta carbone sul tavolo nel punto in cui la pallina colpisce il tavolo e fissarla con del nastro adesivo.



### Misure e loro elaborazione

**A.** Provare 3 scatti con il valore medio di velocità. Misurare la gittata (i valori 1, 2, 3) per ciascuno di questi tiri. Calcolare il valore medio della gittata e compilare la Tabella 4.1 di conseguenza.

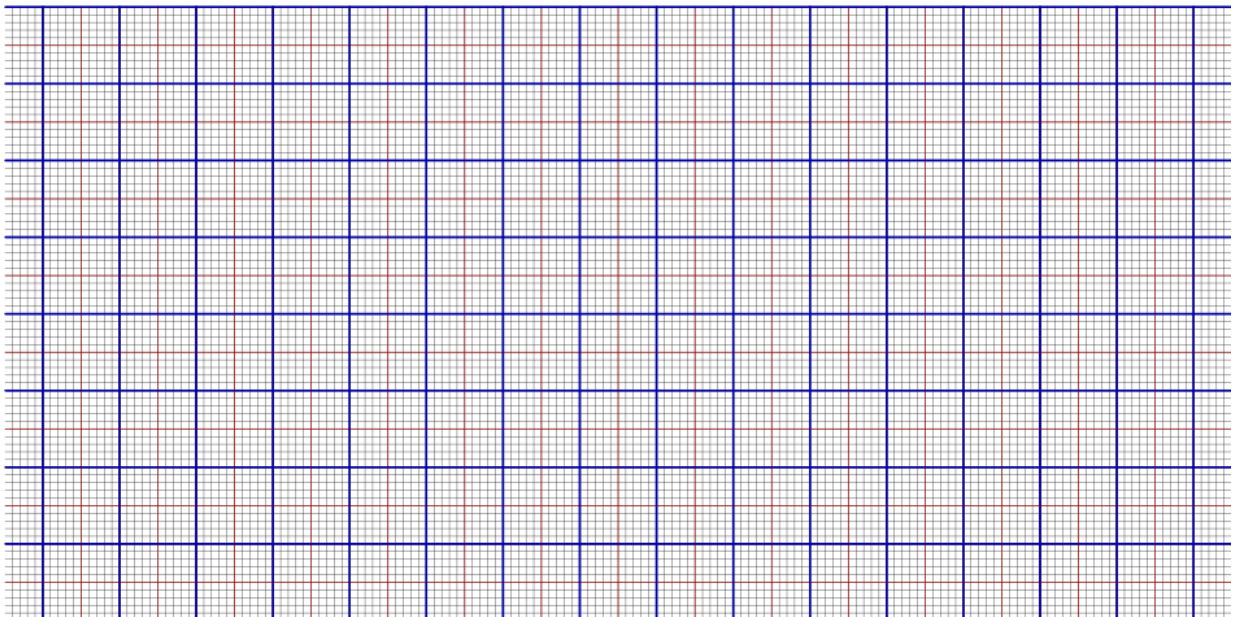
**B.** Ripetere il passaggio precedente per tutti gli angoli dal  $10^\circ$  all' $80^\circ$  con il passo  $10^\circ$  e completare i restanti elementi della Tabella 4.1. Eseguire le misure anche per un angolo di ripresa di  $45^\circ$ .



**Tabella 4.1**

Angolo di ripresa	Colpo 1, $d_1$ (m)	Colpo 2, $d_2$ (m)	Colpo 3, $d_3$ (m)	$\langle d \rangle$ (m)	$\langle d_{\theta_{\text{cap}}} \rangle$ (m)
10°					
20°					
30°					
40°					
45°					
50°					
60°					
70°					
80°					

C. Disegnate il grafico  $d = f(\theta)$ , della gittata in funzione dell'angolo di tiro sulla carta millimetrata che vi è stata data.



D. Scrivete le vostre osservazioni sulla relazione che lega l'angolo di tiro alla gittata e sulla relazione tra gli angoli di tiro che danno la stessa gittata. Scrivete l'angolo per il quale la gittata ottiene il valore massimo.

.....

.....

.....

.....

.....

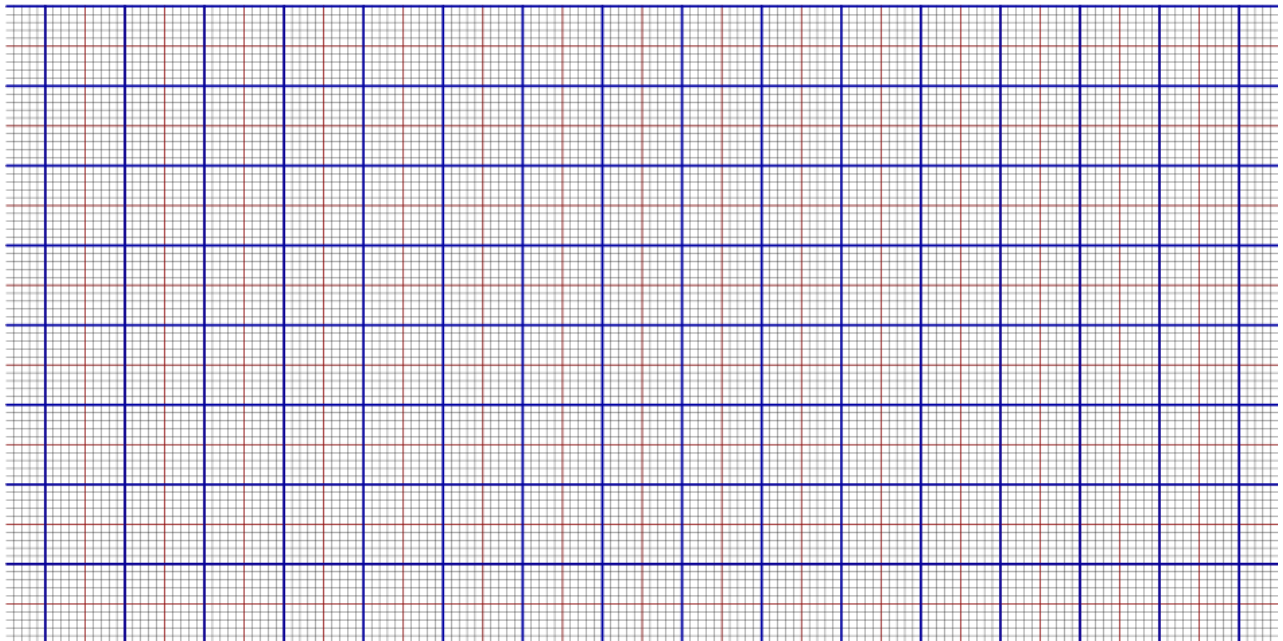




E. Quindi, a partire dal passo precedente, confrontate il tempo di volo della sfera per gli angoli con la stessa portata e scrivete le vostre conclusioni. Ad esempio, come si colloca il tempo di volo per gli angoli di ripresa  $30^\circ$  και  $60^\circ$  ? Spiegate in dettaglio le argomentazioni che hanno portato alla vostra conclusione.

.....  
.....  
.....

F. Tracciare il grafico  $d_{\mu\epsilon\gamma} = f(\sin(2\theta))$  dell'ampiezza in funzione del seno del doppio dell'angolo di accensione  $\theta$  e tracciare la retta che passa più vicino ai punti sperimentali.



G. Να εξηγήσετε τη μέθοδο που χρησιμοποιήσατε. Considerando l'accelerazione di gravità  $g = 9,8\text{m/s}^2$  e le caratteristiche della linea tracciata, calcolate la velocità di lancio della sfera. Confrontate il vostro risultato con il valore trovato nell'attività 3 (chiedete al terzo gruppo). Spiegate il metodo utilizzato.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**H.** Calcolare il valore della portata in base ai valori quadrati della velocità, dell'angolo e del valore teorico dell'accelerazione di gravità e compilare l'ultima colonna della Tabella 4.1. Confrontare con la misura sperimentale per ogni caso.

.....

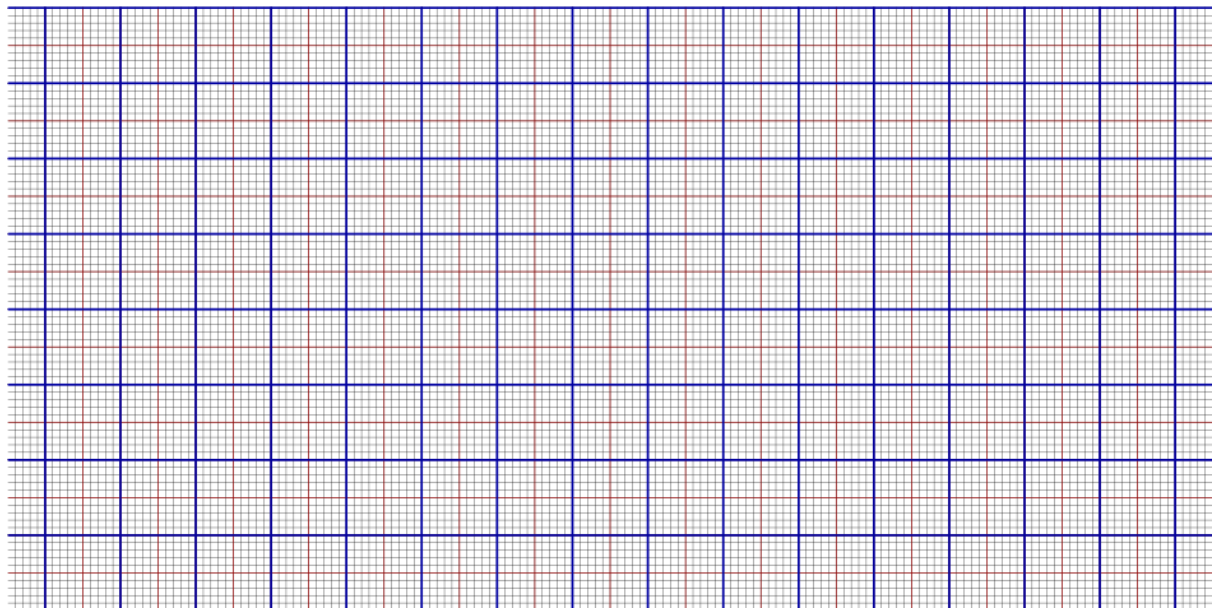
.....

.....

.....

.....

.....**I.** Tracciate il grafico  $d = f(v^2)$  , della gittata in funzione del quadrato della velocità di lancio e tracciate la retta che passa più vicino ai vostri punti sperimentali. Dal grafico calcolate l'accelerazione di gravità e confrontatela con il valore teorico atteso.



**J.** Scrivete le vostre conclusioni sulla dipendenza della gittata dall'angolo di tiro per un corpo che esegue un tiro laterale quando la velocità rimane costante. Scrivete le vostre conclusioni sulla dipendenza della gittata dalla velocità iniziale di tiro quando l'angolo di tiro rimane costante.

.....

.....

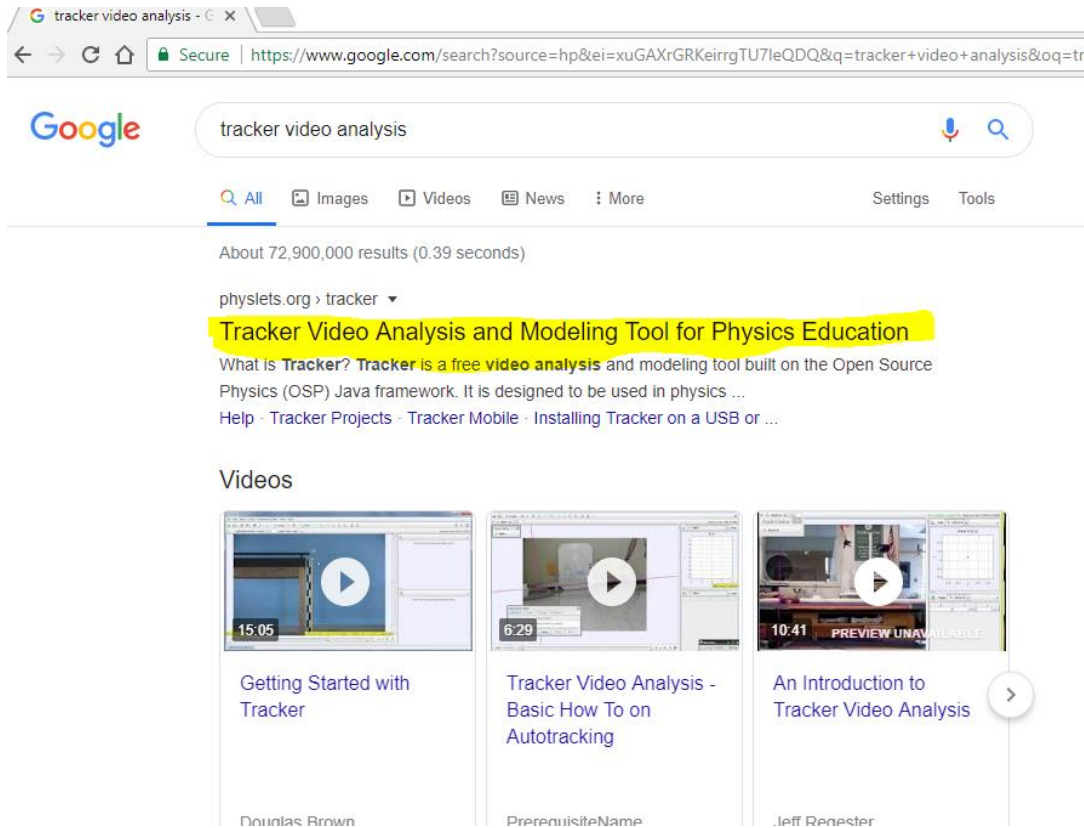
.....

.....

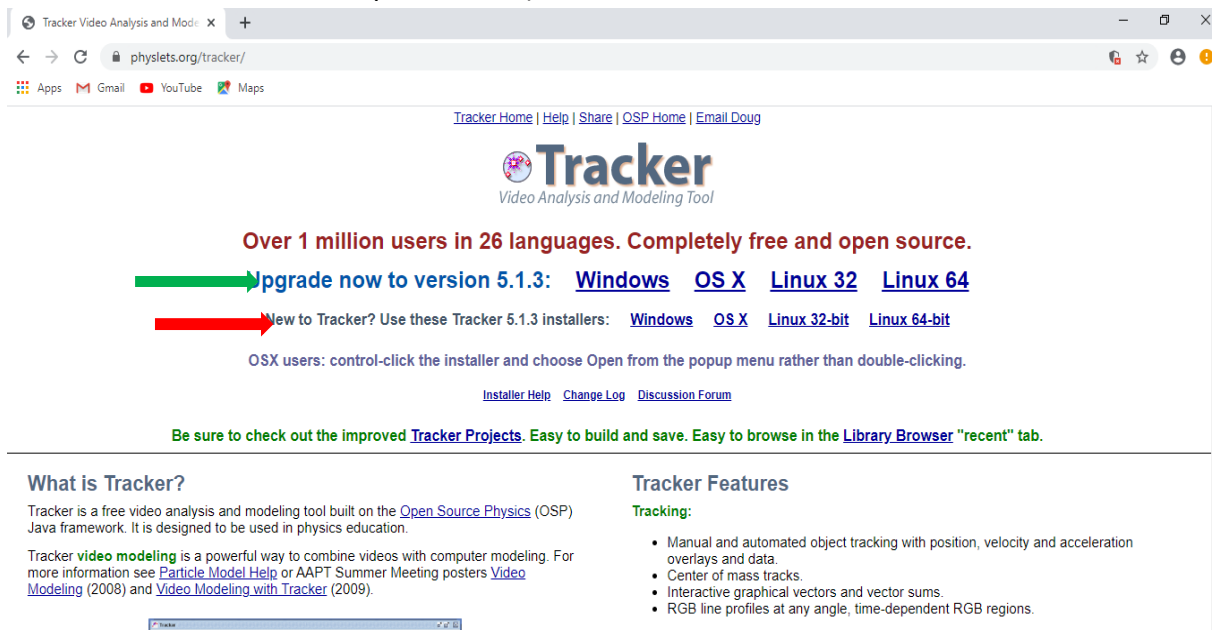
.....

## Allegato 1: Brevi istruzioni per l'installazione del software Tracker (note di Dhr George Tsalakou)

4. In un motore di ricerca scriviamo "Tracker video analysis". Il risultato della ricerca è mostrato di seguito:



5. Dall'elenco dei risultati facciamo clic su [Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education](#). Questo ci porta al sito web di Tracker. (È possibile accedere al sito web di Tracker anche con Ctrl + click sul link precedente).



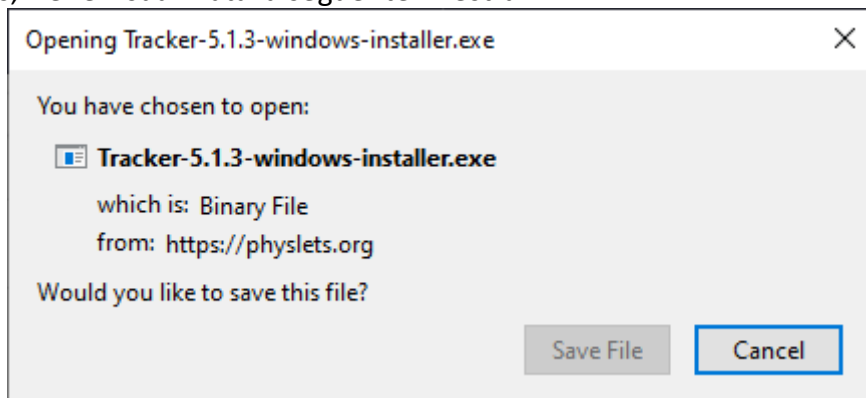
Se sul nostro computer è installata una versione precedente di Tracker, possiamo aggiornarla selezionando il sistema operativo corrispondente al nostro computer nella riga indicata dalla freccia verde (o nel link corrispondente qui sotto):

Aggiornare ora alla versione 5.1.3: [Windows](#) [OS X](#) [Linux 32](#) [Linux 64](#)

Se stiamo per installare Tracker per la prima volta, facciamo clic sul sistema operativo corrispondente del nostro computer nella riga che mostra la freccia rossa (o sul link corrispondente qui sotto) per scaricare il programma di installazione di Tracker sul nostro computer.

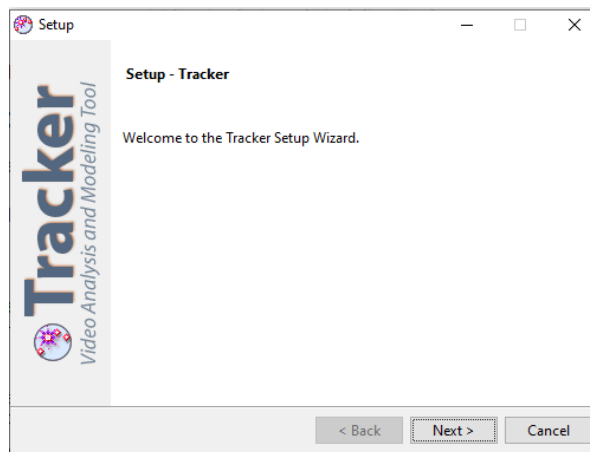
Siete nuovi a Tracker? Utilizzate questi programmi di installazione di Tracker 5.1.3: [Windows](#) [OS X](#) [Linux 32-bit](#) [Linux 64-bit](#)

I passi seguenti riguardano l'installazione del software Tracker per la prima volta. Per Windows, viene visualizzata la seguente finestra:

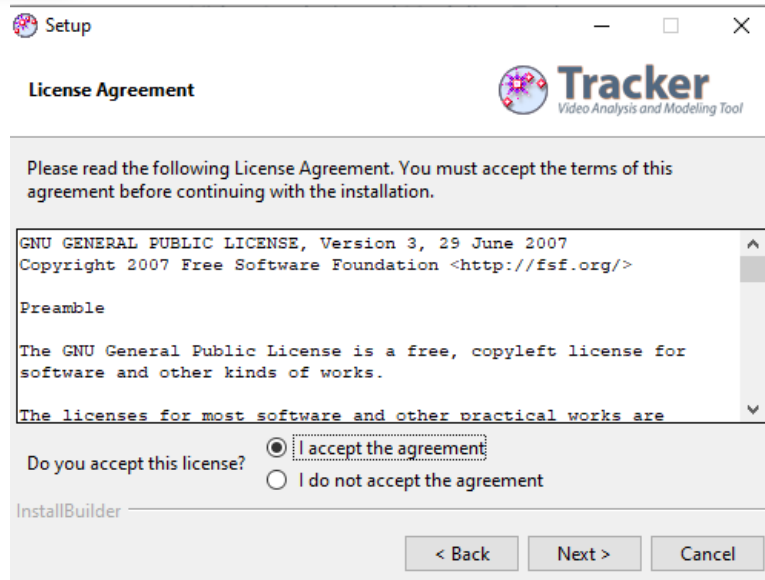


Faremo quindi clic su Salva file. Il file di installazione di Tracker verrà scaricato sul nostro computer.

- Una volta completato il download del file sul nostro computer, troviamo il file e facciamo doppio clic per avviare l'installazione. Viene visualizzata la seguente finestra:

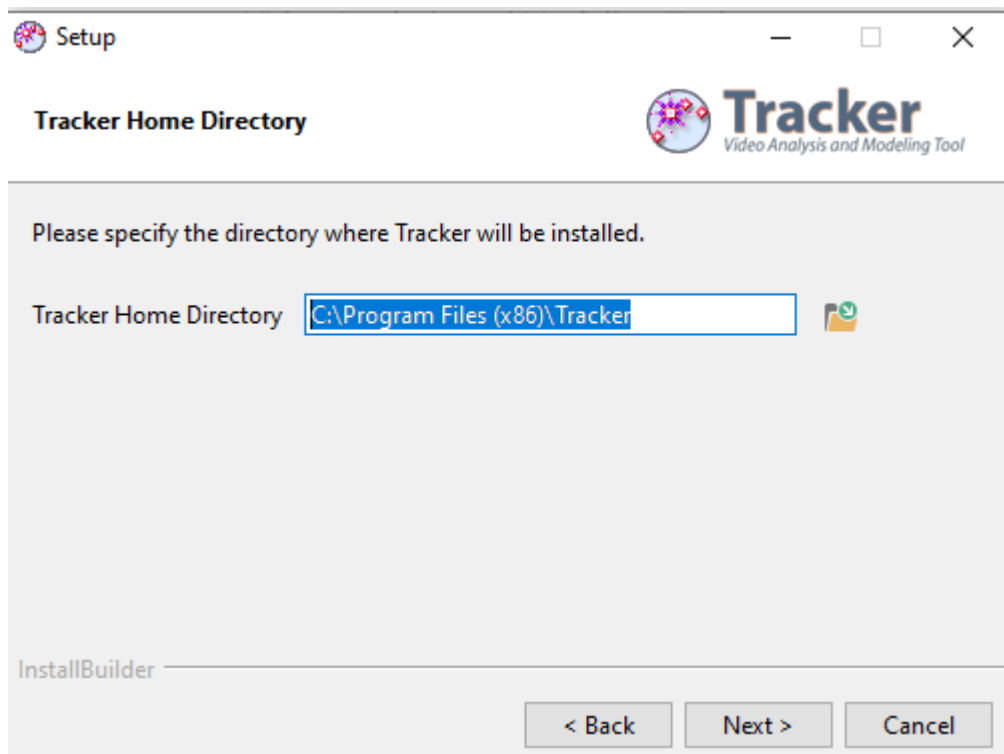


Fare clic su Avanti. Viene visualizzata la seguente finestra



Selezioniamo Accetto il contratto e facciamo clic su Avanti.

Viene visualizzata la seguente finestra.



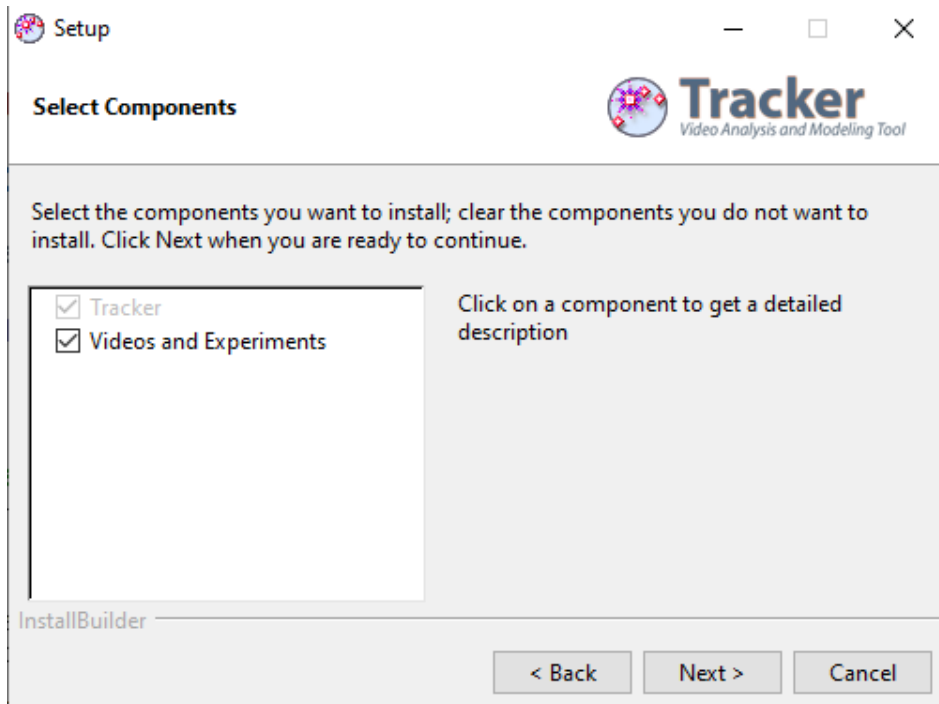
Qui si ha la possibilità di cambiare la posizione in cui installare il Tracker.

Per l'installazione sul disco rigido del nostro computer **non cambieremo nulla**.

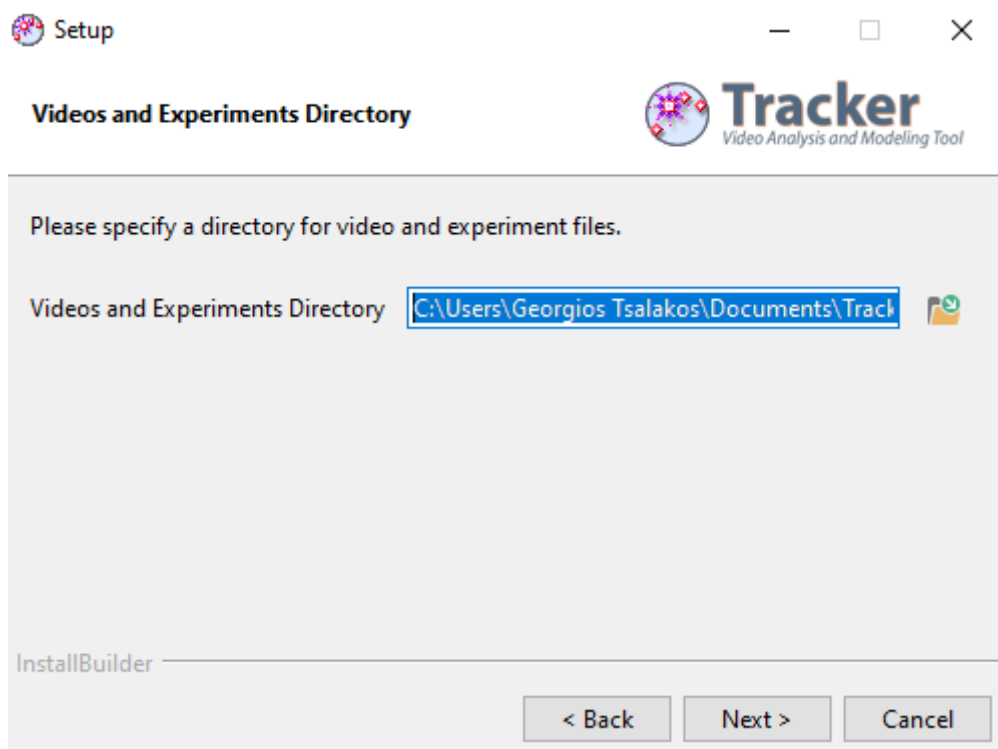
(Se si desidera installare il Tracker su una chiavetta di memoria, è possibile modificare l'indirizzo di installazione con E: \ Tracker, dove E è la lettera corrispondente alla chiavetta di memoria).



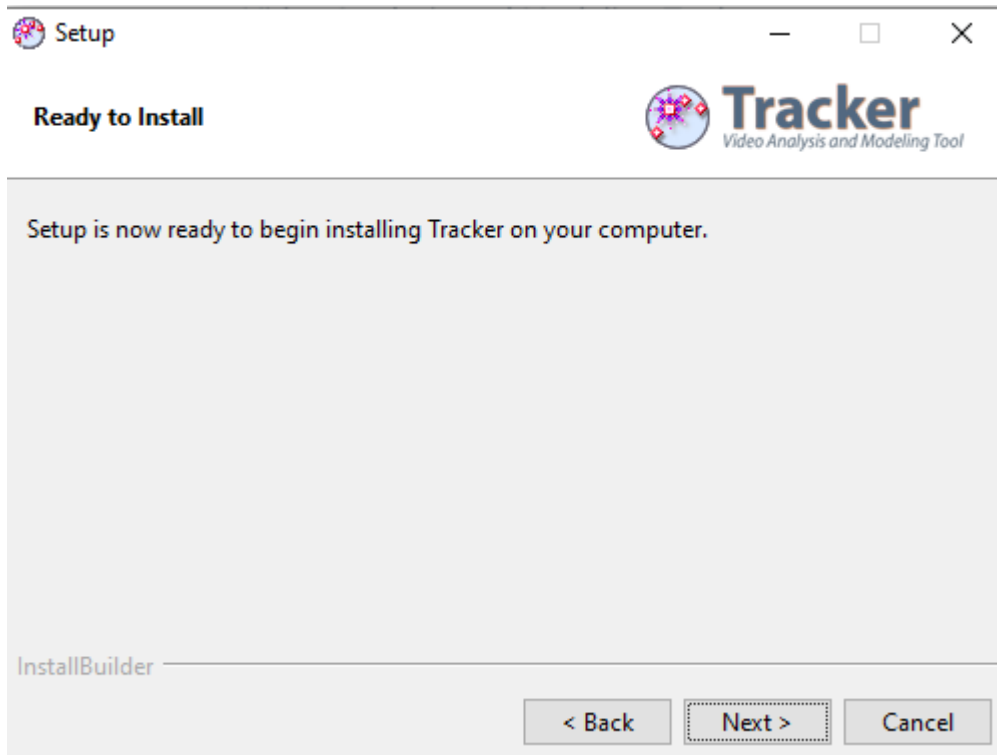
Fare clic su Avanti. Viene visualizzata un'altra finestra.



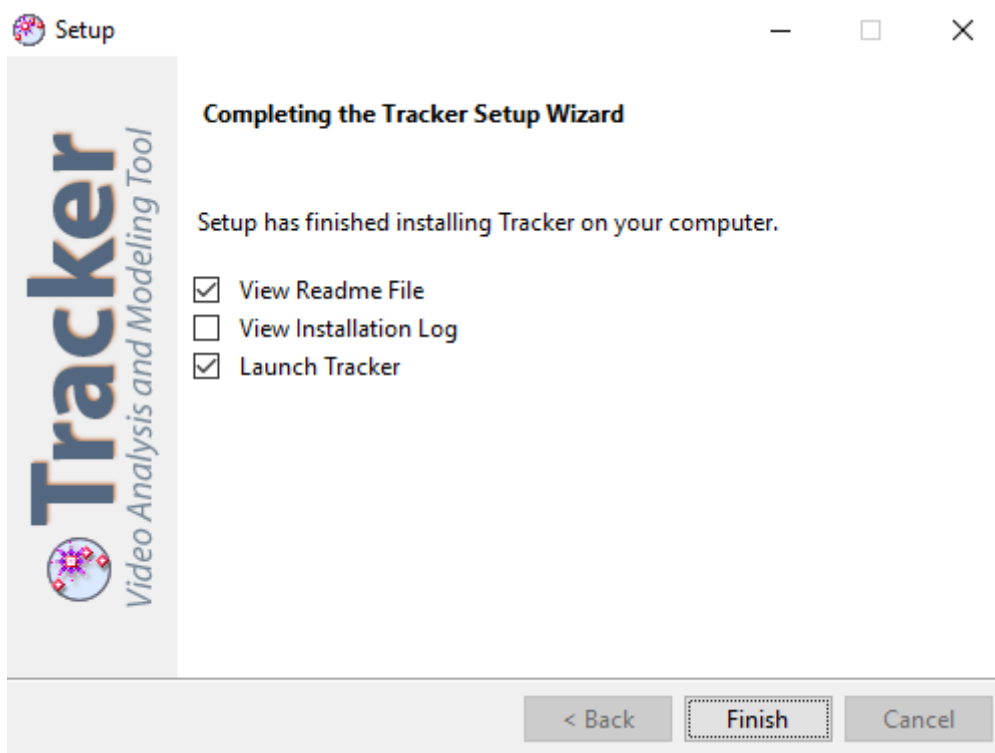
In questa finestra è possibile selezionare l'installazione dei file video e dei file sperimentali con Tracker. Si tratta di file utili, quindi vi consiglio di installarli anche voi. Facendo clic su Avanti viene visualizzata la finestra con l'indirizzo di installazione dei video e degli esperimenti:



Dopo aver selezionato l'indirizzo che si desidera installare per i video e gli esperimenti, fare clic su Avanti. Viene visualizzata l'ultima finestra prima di avviare l'installazione.



Facciamo clic su Avanti e l'installazione inizia. L'installazione potrebbe durare qualche minuto. Al termine dell'installazione appare la finestra finale.

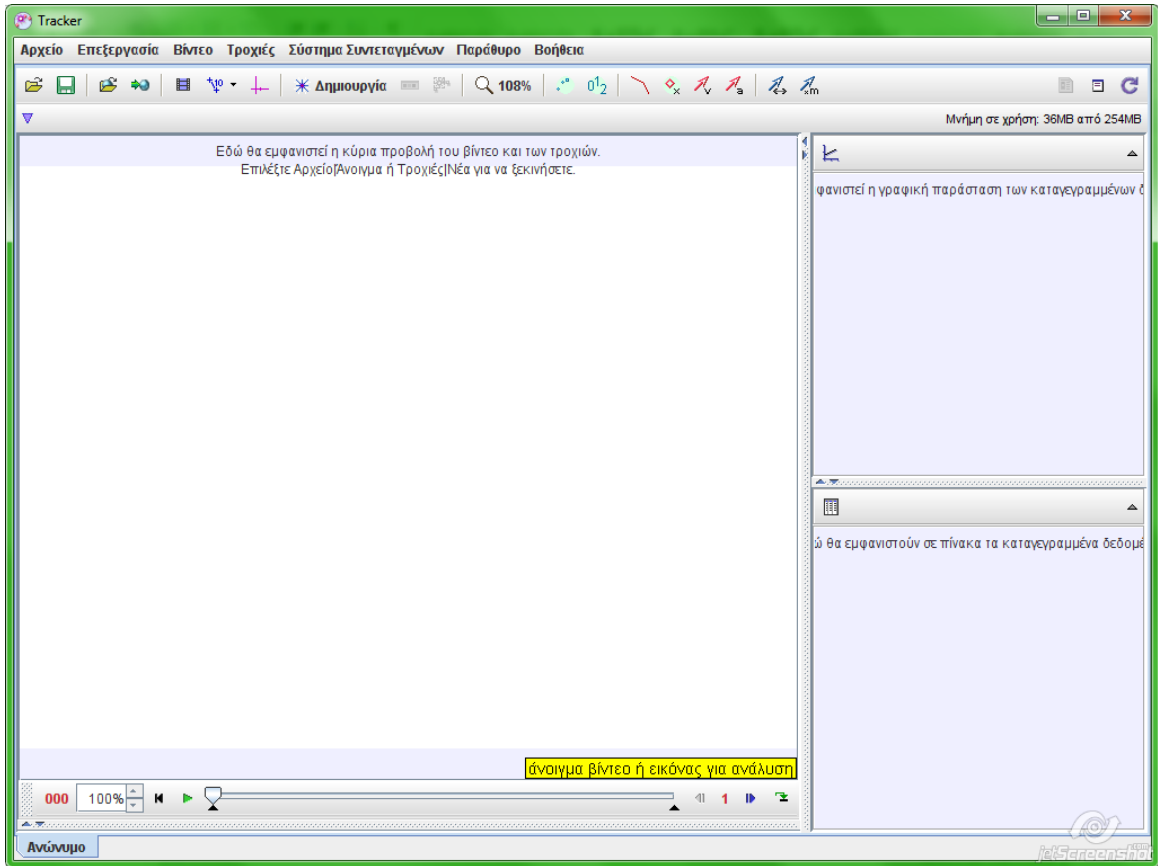


Facciamo clic su Fine e l'installazione è completata.

**Allegato 2: Brevi istruzioni per l'uso del programma di analisi video Tracker (Note del Dr. George Tsalakos)**

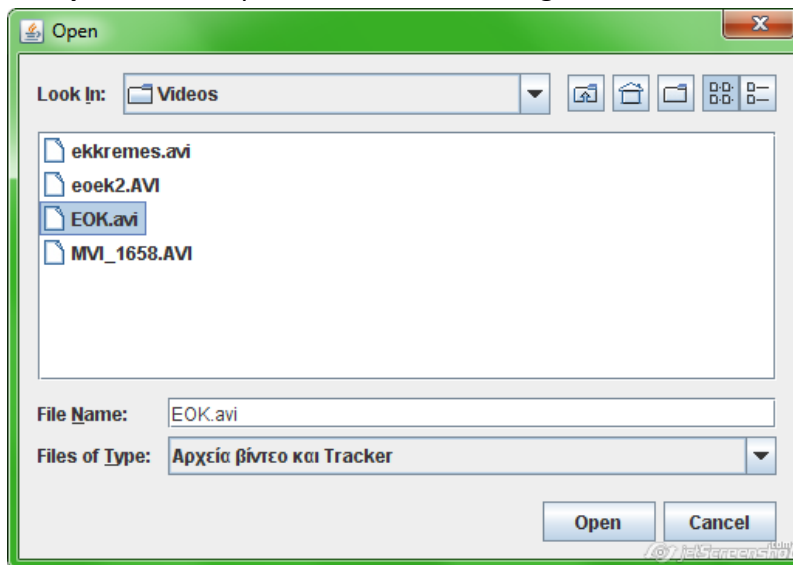


7. Aprire il programma. L'interfaccia di Tracker è mostrata di seguito:



8. Importiamo il video che analizzeremo.

**Fare clic su File -> Apri file....** Si aprirà la finestra di dialogo

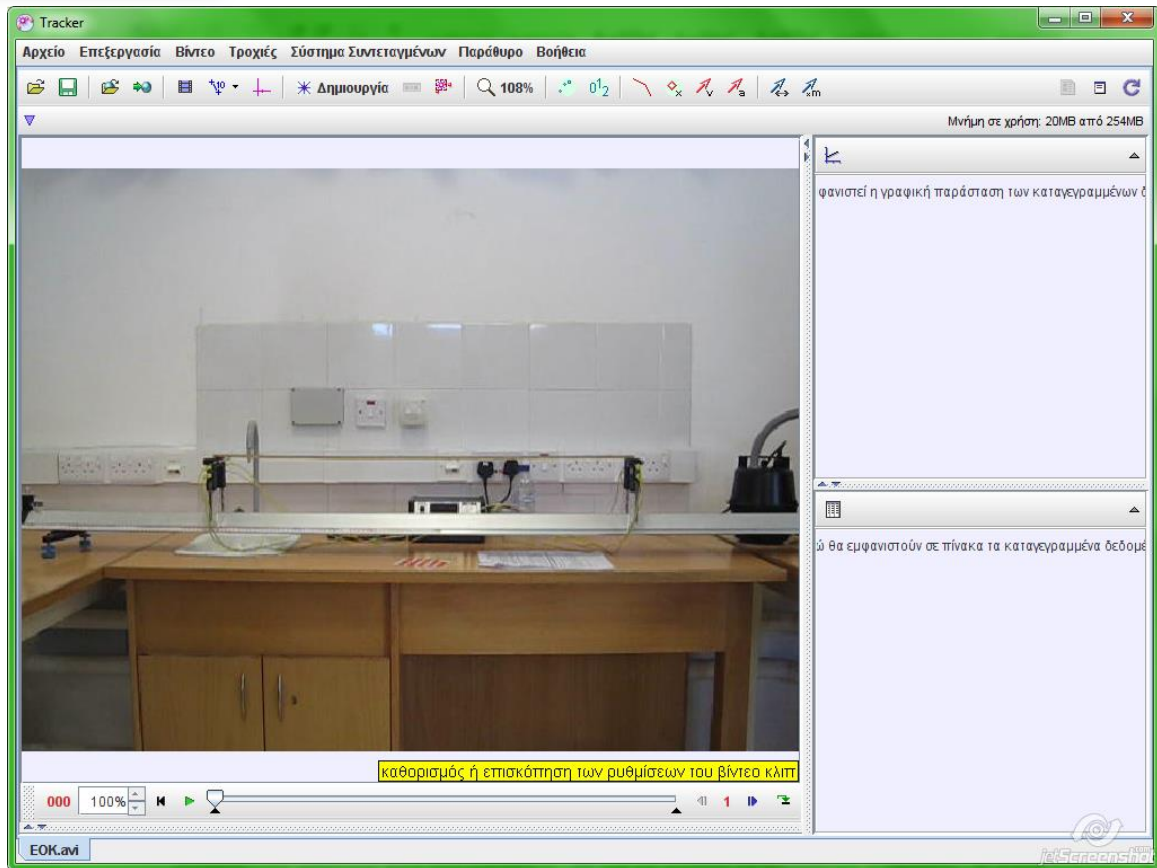


Troviamo il file video che ci interessa e facciamo clic su **Apri**.

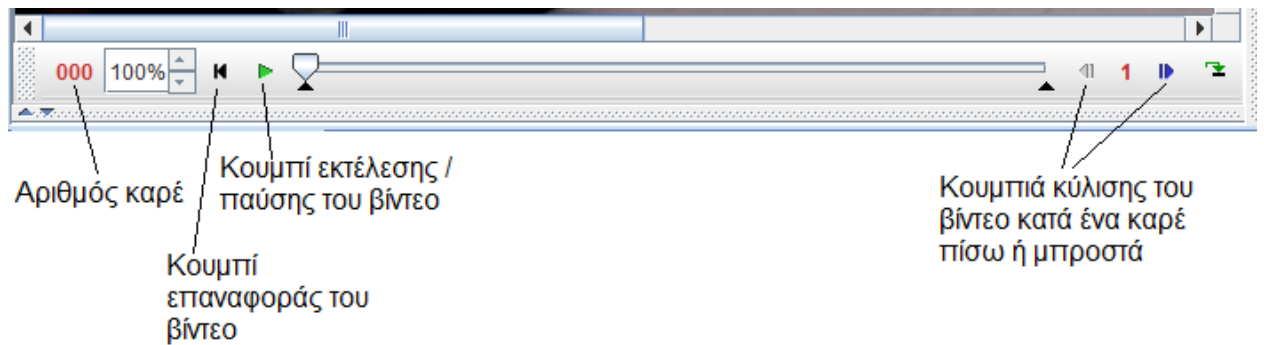
Il video appare nella finestra principale di Tracker.




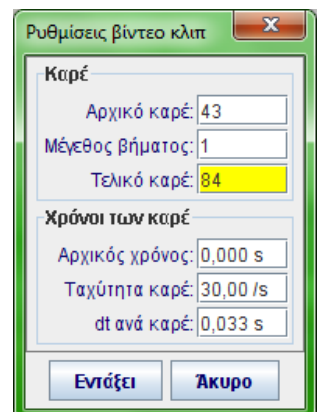




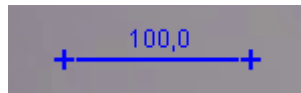
9. Selezioniamo la parte del video che include il movimento da analizzare.  
Per farlo, si avvia il video facendo clic sul triangolo verde nella barra degli strumenti video in fondo alla finestra Tracker.



Dopo aver individuato il fotogramma iniziale e quello finale della traccia che si intende analizzare, si fa clic sull'icona  per aprire la finestra di dialogo Impostazioni clip che appare accanto ad essa. In questa finestra scriviamo il fotogramma iniziale (Start frame) e il fotogramma finale (End frame) del video clip che vogliamo selezionare e facciamo clic su OK.



10. Specifichiamo la scala nel video clip. Fare clic sull'icona e dalle opzioni visualizzate fare clic su Bastone di calibrazione. Il righello mostrato di seguito appare nella finestra del video

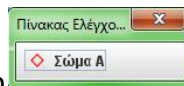


Facendo clic e trascinando su ogni croce, spostiamo il righello su un oggetto di dimensioni note (e che si trova al livello di moto che vogliamo studiare). Facendo clic sul numero che il righello ha, scriviamo le dimensioni dell'oggetto (in metri se vogliamo che l'unità di misura sia la lunghezza). In questo modo il Tracker può misurare le distanze necessarie per analizzare il movimento nel video.

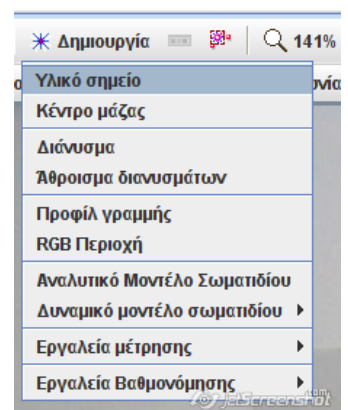
11. Si posiziona un sistema di assi nel video facendo clic sull'icona . Spostiamo il sistema di assi nella posizione desiderata. Per farlo, si fa clic sull'inizio dell'asse e lo si trascina nella posizione desiderata. La piccola linea verticale indica il semiasse positivo di x. Facendo clic sul semiasse positivo di x possiamo ruotare il sistema di assi di un angolo qualsiasi, adatto allo studio del movimento.



12. Creiamo un punto materiale, che identifichiamo con il corpo o con il punto del corpo di cui vogliamo analizzare il movimento. Per farlo, fare clic sull'icona e selezionare Punto materiale (??) dal menu a



comparsa. Appare la finestra del Pannello di controllo , in cui sono visualizzati il nome del punto materiale (Corpo A) e la traccia che apparirà durante la registrazione del movimento del corpo (in questo caso - rombo).



### Bibliografia utilizzata:

- Tsalakos & Polykarporoulou (2016) "Η αξιοποίηση του πειράματος για διαμορφωτική αξιολόγηση στο μάθημα της Φυσικής. Το Δέκαθλο Φυσικής". Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες", pp. 115-124. Ανακτήθηκε στις 13 Μαρτίου 2020, από την ιστοσελίδα: <https://panekfe.gr/downloads/synedrio2016/2016-synedrio-panekfe-praktika.pdf>
- Δραστηριότητες Φυσικής Β Λυκείου Κατεύθυνσης. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα: <http://fyskm.schools.ac.cy/index.php/el/yliko/didaktiko-yliko>
- "Γραφικές Παραστάσεις" από το βιβλίο, "Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικής II" Ομάδα Φυσικών ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, (Μακεδονικές Εκδόσεις).
- "Οδηγίες Εργαστηριακών Ασκήσεων" από το βιβλίο, "Εργαστηριακές Ασκήσεις Φυσικής I" Ομάδα Φυσικών ΤΕΙ Αθήνας, (Μακεδονικές Εκδόσεις).
- John R. Taylor, "An Introduction to Error Analysis : The Study of Uncertainties in Physical Measurements" (Introduzione all'analisi degli errori: lo studio delle incertezze nelle misure fisiche), 2a ed. (Univ. Science Books, 1997).
- Θεόδωρος Κ. Κορρές: "Υγρόν Πῦρ", Ένα όπλο της βυζαντινής ναυτικής τακτικής (διαθέσιμη περίληψη στο διαδίκτυο του βιβλίου "ΥΓΡΟΝ ΠΥΡ", Βάνιας, 1995).
- <http://clioturbata.com/%CE%B1%CF%80%CF%8C%CF%88%CE%B5%CE%B9%CF%82/liquidfire/>
- Παντελής Κάρυκας: "Μυστικά όπλα των Ελλήνων. Από την σφενδόνη στο υγρό πυρ", 2004  
[http://www.kairatos.com.gr/vivlia/PantelisKarikasMystikaOplaEllinon\(greco\)\(v1.0\).pdf](http://www.kairatos.com.gr/vivlia/PantelisKarikasMystikaOplaEllinon(greco)(v1.0).pdf)
- D. Bowen, MACCHINE DA GUERRA, WH Smith & Son Ltd.  
<https://www.ascsa.edu.gr/uploads/media/hesperia/hesperia.80.4.0677.pdf>
- <http://greekworldhistory.blogspot.com/2013/06/blog-post.html>
- <https://warfarehistorynetwork.com/2015/12/29/weapons-of-the-middle-ages-the-medieval-catapult/>

