LA CALCOLATRICE TASCABILE E LE SCIENZIATE ITALIANE

PREMESSA.

Margherita Hack (1922-2013), astrofisica, divulgatrice scientifica e attivista. È stata la prima donna italiana a dirigere un osservatorio astronomico (quello di Trieste).

Fabiola Giannotti (1960-vivente), è una fisica italiana, dal gennaio 2016 **Direttrice Generale del CERN** (Organizzazione Europea per la Ricerca Nucleare) di Ginevra, ed è stata riconfermata per un secondo mandato (fino al 2025). È stata la prima donna a ricoprire tale carica. Ha avuto un ruolo cruciale nell'esperimento ATLAS che ha portato alla scoperta del **bosone di Higgs**.

Elena Cattaneo (1962-vivente), è una farmacologa, biologa e accademica italiana. È professoressa ordinaria presso l'Università degli Studi di Milano, dove dirige il Laboratorio di Biologia delle Cellule Staminali e Farmacologia delle Malattie Neurodegenerative. È nota per i suoi studi sulla **malattia di Huntington** e sulle **cellule staminali**. Dal 30 agosto 2013 è **senatrice a vita** della Repubblica Italiana.

Amalia Ercoli Finzi (1937-vivente), è una delle scienziate italiane di maggiore esperienza nel campo dell'**ingegneria aerospaziale**. È stata la prima donna a laurearsi in Ingegneria Aeronautica in Italia ed è professoressa emerita al Politecnico di Milano. È stata consulente per la NASA, l'ESA e l'ASI e ha partecipato, tra le altre, alla Missione Rosetta dell'ESA (era la responsabile scientifica dello strumento di perforazione SD2). Attualmente è ancora attiva in consulenze e studi, ad esempio sull'esplorazione di Marte e sulla Luna.

Rita Levi Montalcini (1909-2012), neurologa e accademica. Ha vinto il **Premio Nobel per la Medicina** nel 1986 per la scoperta del fattore di crescita nervoso (NGF). È stata nominata **senatrice a vita** nel 2001.

PROBLEMI SU DI ESSE

Margherita Hack

Gli esercizi su di lei possono riguardare le enormi distanze cosmiche e la luminosità dei corpi celesti.

Calcolatrice Scientifica (Scuola Media)

PROBLEMA 1. La stella più vicina al Sole, Proxima Centauri, si trova a circa 4.24 anni luce. Un anno luce è la distanza percorsa dalla luce in un anno, ovvero circa $9.46 \cdot 10^{12} Km$.

Calcolare la distanza tra il Sole e Proxima Centauri in chilometri.

SOLUZIONE.

- **Passaggi:**

1. inserire 4.24 nella calcolatrice;
2. moltiplicare per 9.46 e premere il tasto della notazione scientifica ($\times 10^x$ o EXP);
3. inserire 12;
4. premere il tasto "=" per il risultato.

Soluzione: la distanza richiesta che appare sul display è $4.01104 \cdot 10^{13} Km$, ovvero di circa

$$4.01 \cdot 10^{13} Km;$$

ovvero, per estensione:

$$40'100'000'000'000 Km.$$

Calcolatrice Grafica (Scuola Superiore)

La luminosità di una stella segue una relazione matematica con la sua magnitudine apparente. Se la relazione è data dall'equazione $L = L_0 \cdot 10^{-0.4 \cdot m}$ (dove L è la luminosità, L_0 è una costante e m è la magnitudine), rappresentare graficamente la funzione della luminosità in base alla magnitudine, ipotizzando $L_0 = 1$.

NOTA.

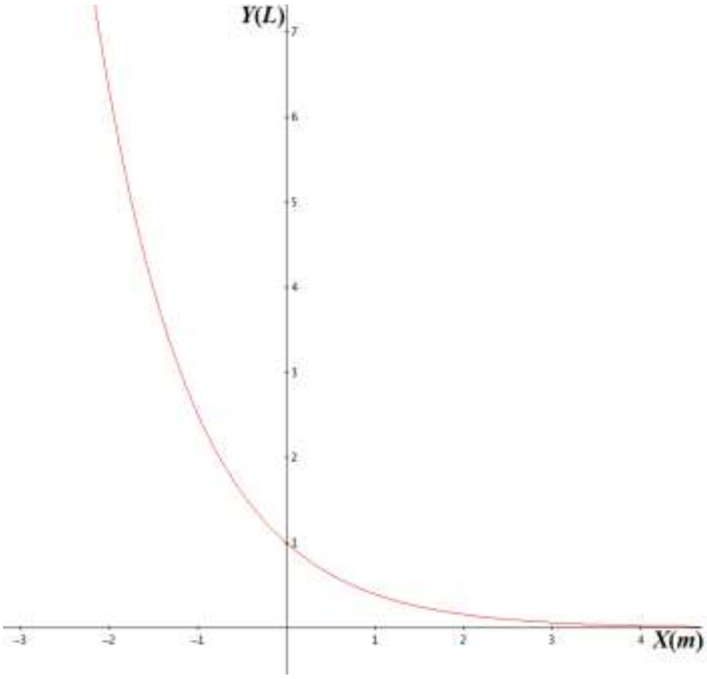
La **magnitudine apparente** ***m*** e la **magnitudine assoluta** ***M*** sono due modi per misurare la luminosità delle stelle, ma rappresentano concetti diversi e la loro differenza fornisce informazioni cruciali sulla vera natura di un astro.

- La **magnitudine apparente** ***m*** misura la luminosità di una stella vista dalla Terra. Dipende sia dalla luminosità intrinseca della stella (quanto emette realmente) sia dalla sua distanza da noi. Più la stella è vicina e luminosa, più basso (o negativo) sarà il suo valore di magnitudine apparente.
- La **magnitudine assoluta** ***M*** è una misura della luminosità intrinseca della stella. Viene calcolata come la magnitudine apparente che la stella avrebbe se si trovasse a una distanza standard di **10 parsec** (circa 32.6 anni luce). Questo valore permette di confrontare la luminosità effettiva delle stelle tra loro, eliminando l'effetto della distanza.

La differenza tra le due magnitudini, espressa dalla formula $m - M = 5 \cdot \log d - 5$ (dove d è la distanza in parsec), è chiamata **modulo di distanza** e fornisce informazioni sulla distanza di una stella. Se la magnitudine apparente m è minore della magnitudine assoluta M, significa che la stella è più vicina di 10 parsec. Al contrario, se $m > M$, la stella è più lontana.

SOLUZIONE.

1. Accedere alla modalità "Grafici" o "Funzioni" della calcolatrice,
2. inserire la funzione $Y = 10^{-0.4 \cdot X}$, dove Y rappresenta L;
3. impostare la finestra di visualizzazione, (ad esempio, per X da –3 a 4 e per Y da 0 a 4), dove X rappresenta m;
4. visualizzare il grafico e analizzarlo per capire come la luminosità decresce all'aumentare della magnitudine.



OSSERVAZIONE.

Se si devono rappresentare più funzioni, si usano i pedici 1, 2, 3, … Nel caso in esame si sarebbe scritto $\boldsymbol{Y_1}$ (con il pedice "1") al posto di Y … è una convenzione comune nelle calcolatrici grafiche. Il pedice 1 serve a indicare che si tratta della **prima funzione** che si sta inserendo, così se si dovesse inserire una seconda funzione si scriverebbe Y_2, e così di seguito.

La scelta dell'intervallo di valori per X e Y, chiamata "finestra di visualizzazione", è fondamentale per vedere il grafico in modo significativo. Non esiste una regola fissa, ma si basa su un'analisi della funzione e del contesto del problema.

Nel problema ho usato la **magnitudine *m*** come variabile indipendente, che corrisponde all'asse X. La magnitudine apparente è una misura di quanto appare luminosa una stella dalla Terra. Ricordiamo che la scala è "al contrario": valori di magnitudine più bassi (anche negativi) indicano stelle più luminose.

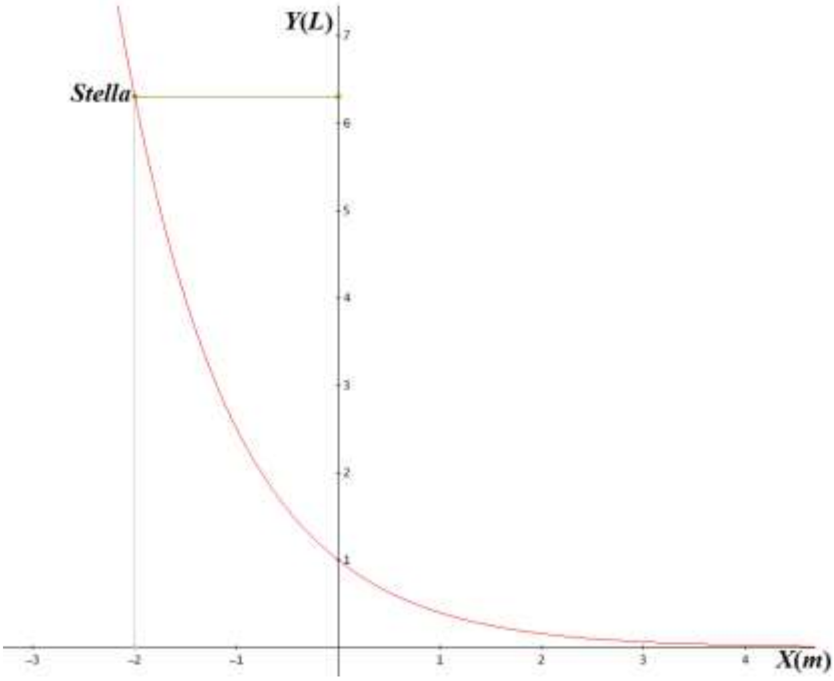
- Un buon punto di partenza è considerare i valori tipici. Le stelle più brillanti hanno magnitudini negative (Sirio, ad esempio, ha una magnitudine di circa –1.46). Oggetti molto deboli, visibili solo con un telescopio, hanno magnitudini positive elevate (ad esempio, oltre +20).
- L'intervallo suggerito **da –3 a 4** è un punto di partenza, però volendo coprire un'ampia gamma di magnitudini stellari comuni, dalle stelle molto brillanti a quelle visibili a occhio nudo in condizioni di cielo scuro, il 4 bisognerebbe portarlo a 10.

La luminosità *L* corrisponde all'asse Y. È una misura della reale energia emessa dalla stella.

- Poiché la luminosità è una quantità fisica, non può essere negativa. Pertanto, l'intervallo per Y dovrebbe sempre iniziare da zero o comunque un valore positivo.
- La funzione data è $L = L_0 \cdot 10^{-0.4 \cdot m}$. Con l'ipotesi $L_0 = 1$, quando $m = 0$, la luminosità è $L = 1$. Quando la magnitudine m aumenta, la luminosità diminuisce esponenzialmente.
- L'intervallo consigliato **da 0 a 7** per Y è ragionevole per visualizzare il comportamento della funzione nel range di X scelto. **Ad esempio**, se $m = -2$, la luminosità è:

$$L = 10^{-0.4 \cdot (-2)} = 10^{0.8} = 6.309573445$$

ovvero circa 6.31, che rientra nell'intervallo, il cui grafico è:



dove la ***Stella*** ha coordinate $\left(-2;10^{0.8}\right)$, approssimativamente $\left(-2;6.31\right)$.

PROBLEMA 2.

Una stella ha una magnitudine apparente *m* = – 1.46 e una magnitudine assoluta *M* = 1.4.

Calcolare la distanza *d* di questa stella dalla Terra in *parsec* (*pc*) e successivamente in *anni luce* (*al*).

OSSERVAZIONE. Come si sa, il simbolo standard del Sistema Internazionale (*SI*) per la lunghezza è il metro *m*. L'anno luce, pur essendo una misura di lunghezza, non fa parte del *SI*, ma è un'unità di misura astronomica.

SVOLGIMENTO

La relazione che lega la magnitudine apparente *m* e la magnitudine assoluta *M* con la distanza è nota come **espressione della distanza** ed è data dall'equazione:

$$m - M = 5 \cdot \log d - 5 \qquad (1)$$

Per risolvere questo problema, si deve isolare la variabile *d*.

1. **Sostituire i valori dati** nella (1):

$$-1.46 - 1.4 = 5 \cdot \log d - 5$$

$$-2.86 = 5 \cdot \log d - 5$$

$$2.14 = \frac{5 \cdot \ln d}{\ln 10}$$

$$\frac{1}{5} \cdot 2.14 \cdot \ln 10 = \ln d$$

$$\ln d = 0.9855064198$$

$$d = 2.679168324 \; parsec \approx 2.68 \; parsec$$

$$d = 2.679168324 \cdot 3.26 \approx 8.7 al$$

Il valore calcolato di **8.7 anni luce** è molto vicino alla distanza stimata di Sirio, che è di circa **8.6 anni luce**. Tenendo conto delle approssimazioni nei calcoli e nei dati, si può concludere che la stella in questione sia proprio ***Sirio*.**

In astronomia, la differenza tra la magnitudine apparente *m* e la magnitudine assoluta *M* di un oggetto celeste viene definita **"modulo della distanza"** perché questo valore, pur essendo una semplice differenza, è **direttamente e unicamente legato alla distanza dell'oggetto dalla Terra**.

Il termine "modulo" in questo contesto non ha lo stesso significato del valore assoluto in matematica (anche se l'equazione può produrre valori negativi), ma deriva dal latino *modulus*, che significa "piccola misura" o "unità di misura". L'espressione "$m-M$" agisce come una sorta di "modulo" o "unità di misura" che ci permette di calcolare la distanza di un oggetto celeste.

Risoluzione in grafica

La risoluzione grafica benché non adatta a trovare un valore numerico preciso come la distanza in questo problema, tuttavia può essere usata per **visualizzare la relazione tra le variabili** e comprendere come un cambiamento nella magnitudine influenzi la distanza.

Se volessimo rappresentare graficamente la relazione tra il modulo $m-M$ della distanza e la distanza *d*, possiamo tracciare il grafico della funzione:

$$Y = 5 \cdot \log X - 5 \qquad (1)$$

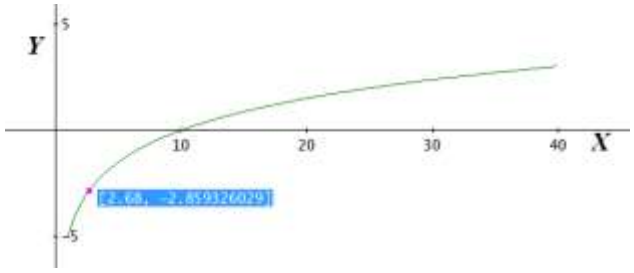
nella quale come detto è: $Y = m - M$ e $X = d$

Dove *Y* è il modulo della distanza e *X* è la distanza in *parsec*.

1. **Impostare la calcolatrice grafica** in modalità funzione (*Y*=).
2. **Inserire l'equazione**: $Y = 5 \cdot \log X - 5$
3. **Impostare la finestra di visualizzazione** (WINDOW) per includere i valori pertinenti. Ad esempio, impostare un intervallo per *X* da 1 a 40 e così *Y* va da -5 a circa 3.

4. **Generare il grafico**. La curva mostrerà come il modulo della distanza aumenta all'aumentare della distanza.

   Se nella (1) pongo $X \approx 2.68$, otteniamo $Y \approx -2.86$, così ottengo il punto S (2.68;–2.86)



Sebbene non sia possibile leggere un valore esatto come nel caso algebrico, la rappresentazione grafica offre una comprensione intuitiva della relazione non lineare tra magnitudine e distanza. Si rileva che una piccola variazione nel modulo della distanza (asse *Y*) corrisponde a un grande cambiamento nella distanza stessa (asse *X*) man mano che i valori aumentano.

Il parsec (abbreviato in ***pc***) è un'unità di misura della distanza usata in astronomia per misurare le distanze tra le stelle e le galassie. Un parsec equivale a circa **3.26 anni luce**.

L'anno luce è la distanza che la luce percorre in un anno, ovvero circa 9.461 miliardi di chilometri. Di conseguenza, un parsec è una distanza enorme, pari a circa **31.000 miliardi di chilometri**.

Perché si usa il parsec e come si calcola?

Il termine parsec deriva da **par**allasse e **sec**ondo. La sua definizione si basa su un metodo di misurazione delle distanze chiamato **parallasse trigonometrica**.

Si immagini di tenere un dito a pochi centimetri dal naso e di chiudere alternativamente l'occhio destro e quello sinistro. Il dito sembrerà "**spostarsi**" rispetto allo sfondo lontano. Questo spostamento apparente è la parallasse.

Gli astronomi usano lo stesso principio con le stelle. Osservano una stella da due punti opposti dell'orbita terrestre, a sei mesi di distanza l'uno dall'altro. Misurando il piccolissimo spostamento angolare della stella rispetto alle stelle di sfondo più lontane (la sua parallasse), possono calcolare la sua distanza.

PROBLEMA 3.

Creare una **rappresentazione grafica comparativa** che illustri le immense distanze che separano la **Terra** dal **Sole, Proxima Centauri, Sirio, Vega, Canopo e Deneb**, evidenziando le sfide legate alla visualizzazione di un tale range di valori.

Ricordare che l'ordine della distanza delle stelle, dalla più vicina alla più lontana dalla Terra, è determinato dal loro **modulo di distanza** $m-M$, dove un valore minore indica una distanza minore.

SOLUZIONE.

L'ordine delle stelle dalla più vicina alla più lontana dalla Terra è il seguente:

1. **Sole** ($m-M = -31.57$). Il Sole è la stella più vicina alla Terra, essendo al centro del nostro sistema solare. Il suo modulo di distanza ne riflette la sua prossimità.
2. **Proxima Centauri** ($m-M = -4.55$). È la seconda stella più vicina a noi, parte del sistema triplo di Alfa Centauri.
3. **Sirio** ($m-M = -2.88$). Conosciuta come la "stella del cane" e la stella più luminosa nel cielo notturno.
4. **Vega** ($m-M = -0.55$). Una stella luminosa nella costellazione della Lira.
5. **Canopo** ($m-M = 4.79$). Una delle stelle più luminose nel cielo, situata nella costellazione della Carena.
6. **Deneb (**$m-M = 9.63$). Una supergigante blu nella costellazione del Cigno, nota per essere estremamente lontana e luminosa.

I precedenti valori provengono dalla seguente tabella

ASTRO	MAGNITUDINE APPARENTE m	MAGNITUDINE ASSOLUTA M	MODULO DI DISTANZA $m - M$
Sole	– 26.74	+4.83	– 31.57
Proxima Centauri	+11.04	+15.49	– 4.45
Sirio	– 1.47	+1.41	– 2.88
Vega	+0.03	+0.58	– 0.55
Canopo	– 0.74	– 5.53	+4.79
Deneb	+1.25	– 8.38	+9.63

Concetto di Modulo di Distanza

Il **modulo di distanza** $m-M$ è una misura della distanza di un oggetto astronomico dalla Terra. È definito come la differenza tra la sua **magnitudine apparente** m e la sua **magnitudine assoluta** M.

- La **magnitudine apparente** m misura la luminosità di una stella **vista dalla Terra**.
- La **magnitudine assoluta** M misura la luminosità intrinseca di una stella, cioè la sua luminosità se fosse vista da una distanza standard di **10 parsec** (circa 32.6 anni luce).

La relazione tra il modulo di distanza e la distanza d in parsec è data dalla seguente equazione

$$m - M = 5 \cdot \log d - 5 \qquad (1)$$

Un modulo di distanza più piccolo (quindi negativo) corrisponde a una distanza minore, poiché la differenza tra la luminosità vista e la luminosità intrinseca è più piccola. Al contrario, un modulo di distanza più grande indica una distanza maggiore, dato che la luminosità apparente diminuisce notevolmente con la distanza.

Per calcolare la distanza in anni luce a partire dal modulo di distanza $m-M$, si usa la seguente equazione, proveniente dalla (1) risolta rispetto alla variabile d, moltiplicata per 3.26 tal da ottenere le distanze *in anni luce*:

$$d = 10^{\frac{m-M+5}{5}} \cdot 3.26 \qquad \textbf{(*)}$$

dove *d* è la distanza in anni luce.

Di seguito le distanze, espresse in anni luce, delle stelle elencate, ordinate dalla più vicina alla più lontana:

- **Sole**. Il Sole è la nostra stella, quindi la sua distanza è praticamente zero in anni luce (precisamente, circa **8.33 minuti luce**). Il suo modulo di distanza estremamente negativo riflette questa prossimità.
- **Proxima Centauri**: **4.2 anni luce**. È la stella più vicina al nostro sistema solare.
- **Sirio**: **8.6 anni luce**. La stella più luminosa nel cielo notturno.
- **Vega**: **25.4 anni luce**. Fa parte del "Triangolo Estivo".
- **Canopo**: **310 anni luce**. Una supergigante molto luminosa, ma lontana.
- **Deneb**: **2616 anni luce**. Una delle stelle più lontane visibili ad occhio nudo, la sua elevata luminosità apparente è dovuta alla sua immensa luminosità intrinseca.

Per convertire 8.33 minuti luce in anni luce, dobbiamo capire il rapporto tra le due unità di misura. Un anno luce è la distanza che la luce percorre in un anno, mentre un minuto luce è la distanza che la luce percorre in un minuto.

Per convertire i *minuti luce* in *anni luce*, dobbiamo dividere il numero di minuti luce per il numero di minuti in un anno.

1. **Minuti in un'ora.** Ci sono 60 minuti in un'ora.
2. **Ore in un giorno.** Ci sono 24 ore in un giorno.
3. **Giorni in un anno** Ci sono 365.25 giorni in un anno (usiamo questo valore per tenere conto degli anni bisestili e ottenere una maggiore precisione).

Quindi, il numero totale di minuti in un anno è:

$$60\frac{m}{h} \cdot 24\frac{h}{giorni} \cdot 365.25\frac{giorni}{anno} = 525960\frac{m}{anno}$$

Ora dividiamo 8.3 minuti luce per il numero di minuti in un anno:

$$\frac{8.33}{525960} \approx 0.0000158\, anni\ luce.$$

Confermiamo con la **(*)**:

$$d_{Terra} = 10^{\frac{-31.57+5}{5}} \cdot 3.26 \approx 1.58 \cdot 10^{-5}\, a.l.$$

Così, allo stesso modo, per le altre stelle

$$d_{P.Centauri} = 10^{\frac{-4.45+5}{5}} \cdot 3.26 \approx 4.2 a.l. \quad d_{Sirio} = 10^{\frac{-2.88+5}{5}} \cdot 3.26 \approx 8.6 a.l. \quad d_{Vega} = 10^{\frac{-0.55+5}{5}} \cdot 3.26 \approx 25.4 a.l.$$

$$d_{Canopo} = 10^{\frac{4.79+5}{5}} \cdot 3.26 \approx 310 a.l. \quad d_{Deneb} = 10^{\frac{9.63+5}{5}} \cdot 3.26 \approx 2616 a.l.$$

Rappresentazione di queste distanze (in a.*l.*) sul piano cartesiano.

A tal fine, **associerò le ascisse 1, 2, 3, 4, 5, 6 alle stelle nell'ordine dato e, per ciascuna, la sua distanza corrispondente sarà l'ordinata**

Sole (1; 0.0000158); **Proxima Centauri** (2; 4.2); **Sirio** (3; 8.6); **Vega** (4; 25.4);

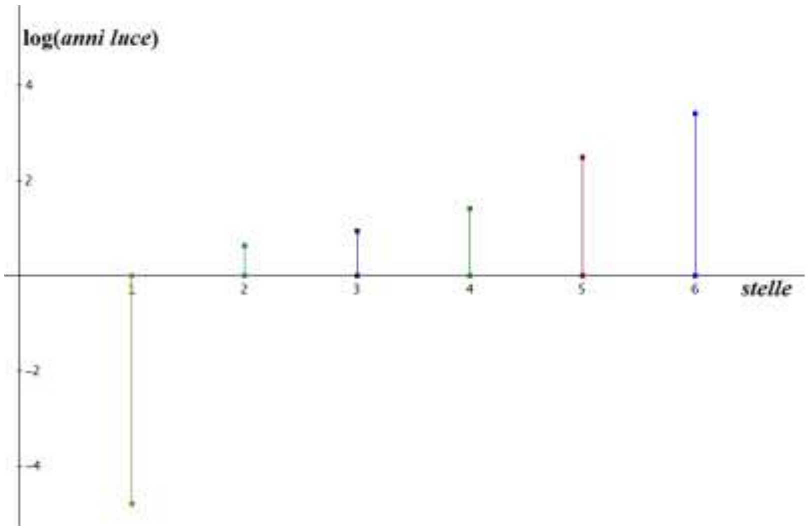
Canopo (5; 310); **Deneb** (6; 2616)

Osservo la grande variabilità delle ordinate (dalla più piccola del Sole alla più grande di Deneb) e mi rendo conto che risulta una rappresentazione impossibile; in questi casi si opta per un diagramma semilogaritmico; ed ecco le corrispondenti coordinate

Sole (1; log 0.0000158 $\approx$ –4.8); **Proxima Centauri** (2; log 4.2 $\approx$ 0.62) **Sirio** (3; log 8.6 $\approx$ 0.93)

Vega (4; log 25.4 $\approx$ 1.4); **Canopo** (5; log 310 $\approx$ 2.5); **Deneb** (6; log 2.616 $\approx$ 3.4)

Questo è proprio un caso in cui si deve usare un **diagramma semilogaritmico**



Rita Levi Montalcini

Gli esercizi possono riguardare la crescita esponenziale delle cellule o le concentrazioni di sostanze.

Calcolatrice Scientifica (Scuola Media)

PROBLEMA. Una coltura di cellule nervose in laboratorio raddoppia ogni 2 ore. Se si inizia con 1500 cellule, quante cellule ci saranno dopo 8 ore?

1. **Passaggi:**
   1. Dopo 2 ore: 1500×2=3000.
   2. Dopo 4 ore: 3000×2=6000.
   3. Dopo 6 ore: 6000×2=12000.
   4. Dopo 8 ore: 12000×2=24000.

   Soluzione: ci saranno 24000 cellule.

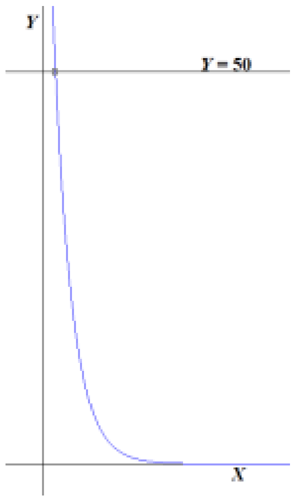
Si può anche calcolare con una potenza: $1500 \times 2^4 = 24000$

Calcolatrice Grafica (Scuola Superiore)

Esercizio: La concentrazione di una molecola (es. NGF, acronimo di **Nerve Growth Factor**, che in italiano si traduce in **Fattore di Crescita Nervosa**) in un esperimento in laboratorio può essere modellata dalla funzione esponenziale $C_t = C_0 \cdot e^{-k \cdot t}$, dove C_0 è la concentrazione iniziale, t è il tempo e k è una costante di decadimento. Se $C_0 = 100$ e $k = 0.5$, rappresentare graficamente la funzione e determinare il tempo necessario affinché la concentrazione si riduca della metà.

- **Passaggi:**
  1. Inserire la funzione $Y = 100 \cdot e^{-0.5 \cdot X}$ nel menu dei grafici, nella quale Y rappresenta C_t e X rappresenta t.
  2. Usare la funzione "Analizza grafico" per trovare l'intersezione del grafico con la retta $Y = 50$.

  Soluzione: Il tempo di dimezzamento è di circa 1.386294361 unità di tempo.



si legge sul display, muovendo il cursore (quadrettino) tre valori contigui mantenendo $Y = 50$

1.2931; 1.37931; 1. 465517

la cui media è 1.37909, ovvero circa 1.38.

Manualmente: $100 \cdot e^{-0.5 \cdot X} = 50 \quad \Rightarrow \quad e^{-0.5 \cdot X} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \ln e^{-0.5 \cdot X} = \ln \frac{1}{2} \quad \Rightarrow$

$$\Rightarrow \quad -0.5 \cdot X = -\ln 2 \quad \Rightarrow \quad X = 2 \cdot \ln 2 \quad \Rightarrow \quad X \approx 1.386294361$$

Amalia Ercoli Finzi

Calcolatrice Scientifica (Scuola Media)

Esercizio. La sonda Rosetta ha viaggiato per circa 10 anni prima di raggiungere la cometa **67P**. Supposta la sua velocità media di 55000 $\frac{Km}{h}$, calcolare la distanza totale percorsa.

- **Passaggi:**
    1. Convertire 10 anni in ore: 10 anni × 365 giorni × 24 ore = 87600 ore.
    2. Moltiplicare la velocità per il tempo: 55000 $\frac{Km}{h} \times 87600^{h} = 4{,}818 \times 10^{9}$ *Km*.

Soluzione: La distanza percorsa è di circa 4,82 miliardi di chilometri.

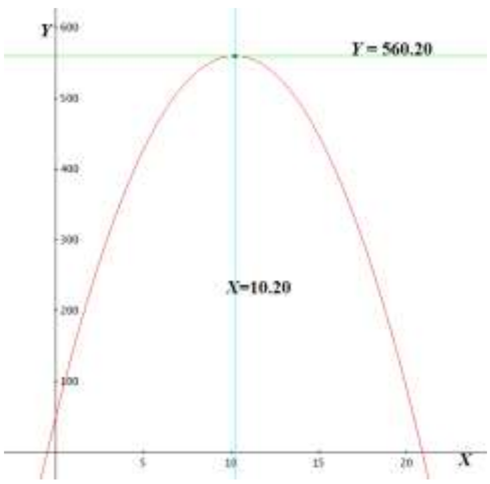
Calcolatrice Grafica (Scuola Superiore)

Esercizio. La traiettoria di un proiettile o di una sonda spaziale può essere descritta da una funzione quadratica. Se la traiettoria di un veicolo spaziale in una fase di lancio è data dall'equazione

$$h(t) = -4.9 \cdot t^2 + 100 \cdot t + 50$$

dove *h* è l'altezza in metri e *t* è il tempo in secondi, rappresentare la traiettoria e determinare l'altezza massima raggiunta.

- **Passaggi:**
    1. Inserire la funzione $Y_1 = -4.9 \cdot X^2 + 100 \cdot X + 50$ nel menu dei grafici.
    2. Usare la funzione "Massimo" per trovare il punto più alto del grafico.



Soluzione: L'altezza massima è di circa 560.20 metri raggiunta a 10.20 secondi.

Anche qui leggo il risultato sul display, muovendo il cursore (quadrettino) sulla curva fino a raggiungere il punto di massimo assoluto.

Elena Cattaneo

Calcolatrice Scientifica (Scuola Media)

Esercizio: In un esperimento, vengono studiate 3000 cellule staminali. Di queste, il 20% viene utilizzato per la ricerca, il 36% viene congelato per studi futuri e il resto viene scartato. Quante cellule vengono scartate?

- **Passaggi:**
  1. Calcolare la percentuale di cellule scartate: 100% − 20% − 36% = 44%.
  2. Moltiplicare il numero totale di cellule per la percentuale scartata: 3000×0.44=1320.

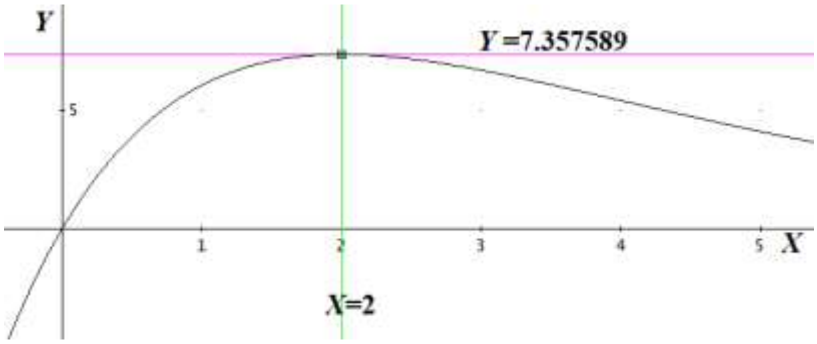
Soluzione. Vengono scartate 1320 cellule.

Calcolatrice Grafica (Scuola Superiore)

Esercizio: Un farmaco per una malattia neurodegenerativa ha una concentrazione nel sangue che può essere modellata dalla funzione $C_t = 10 \cdot t \cdot e^{-0.5 \cdot t}$, dove C è la concentrazione in $\frac{mg}{l}$ ($\frac{mg}{l}$ è una unità di misura che indica la **concentrazione** di una sostanza in una soluzione, o più in generale la densità. La sigla significa **milligrammi per litro** e rappresenta la quantità di soluto, in milligrammi, disciolta in un litro di soluzione) e t è il tempo in ore.

Rappresentare graficamente la concentrazione nel tempo e trovare il momento in cui la concentrazione è massima.

- **Passaggi:**
  1. Inserire la funzione $Y = 10 \cdot X \cdot e^{-0.5 \cdot X}$ nel menu dei grafici.
  2. Usare la funzione "Massimo" per trovare il picco del grafico.



Il valore 7.357589 l'ho letto sul display mediante la trasformazione della "croce" col "quadrettino" che è come una teleferica che percorre la curva mediante le frecce orizzontali; quando il quadrettino si ferma pe $X = 2$, leggo la corrispondente ordinata

Soluzione: La concentrazione massima è raggiunta dopo 2 ore ed è di circa 7.36 *mg/L*.

Fabiola Gianotti

Calcolatrice Scientifica (Scuola Media)

Esercizio. In un esperimento al CERN, i protoni vengono accelerati a una velocità vicina a quella della luce, ovvero circa 299792458 $\frac{m}{s}$. Se un protone percorre una distanza di 27 *km* (il perimetro del Large Hadron Collider), quanto tempo impiega in secondi?

- **Passaggi:**
    1. Convertire la distanza in metri: 27 *km* = 27000 *m*.
    2. Dividere la distanza per la velocità: 27000/299792458 = 9.006×10^{-5} *s*.

Soluzione: Impiega circa 9×10^{-5} secondi, un tempo veramente breve!

Calcolatrice Grafica (Scuola Superiore)

Esercizio. Partiamo dall'energia totale di una particella:

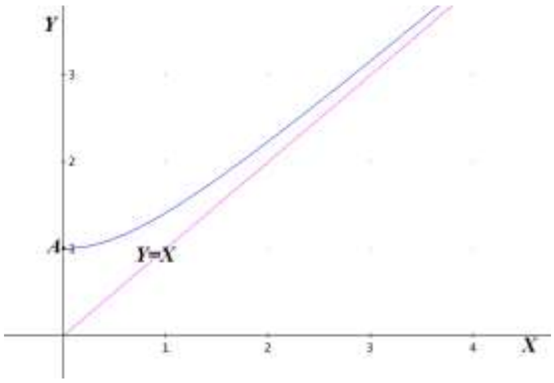
$$E=\sqrt{(p\cdot c)^2+\left(m_0\cdot c^2\right)^2} \qquad (*)$$

dove p è la quantità di moto, m_0 è la massa a riposo e c è la velocità della luce.

La (*) rappresenta graficamente come l'energia E varia al variare della quantità di moto p, in quanto c e $m_0\cdot c^2$ sono due costanti. Eliminiamo queste due costanti, diciamo ingombranti, ponendole in unità naturali, uguali a 1: $c=1$; $m_0\cdot c^2=1$.

Allora l'equazione, ponendo $X = p$ e $Y = E$, diventa $Y=\sqrt{X^2+1}$ il cui grafico è il ramo superiore dell'iperbole equilatera di equazione $Y^2-X^2=1$, riferita ai propri assi di simmetria

- **Passaggi:**
    1. Semplificare la formula per la calcolatrice: $Y=\sqrt{X^2+1}$.
    2. Inserire la funzione nel menu dei grafici.
    3. Analizzare il grafico, notando come l'energia non è più una retta (come nella fisica classica) ma una curva che si avvicina a una retta per valori sempre più grandi di p.



Soluzione. Il grafico mostra una curva che parte dal punto $A(0;\ 1)$ e poi cresce in modo asintotico sulla bisettrice del primo quadrante $Y = X$, confermando il comportamento relativistico dell'energia.

NOTE.

- Il valore di p può essere un numero qualunque reale, ma ho ritenuto di considerarlo non negativo come in generale si considera la quantità di moto; pertanto il dominio della curva è

$$p \geq 0 \quad \Rightarrow \quad X \geq 0.$$

- Per valori sempre più grandi di p, la funzione $E = \sqrt{p^2 + 1}$ tende a $E = \sqrt{p^2}$, che può scriversi $IF(p \geq 0, |p|)$ e quindi nel nostro grafico è $IF(X \geq 0, |X|)$ che è l'equazione della bisettrice del primo quadrante.

(***) L'acronimo **ATLAS** sta per "**A Toroidal LHC ApparatuS**".

È il nome di uno dei più grandi esperimenti di fisica delle particelle del mondo, situato presso il Large Hadron Collider (LHC) del CERN a Ginevra. L'esperimento ATLAS è un enorme rivelatore di particelle, progettato per studiare le collisioni tra protoni ad altissima energia. È stato cruciale per la scoperta del bosone di Higgs nel 2012.