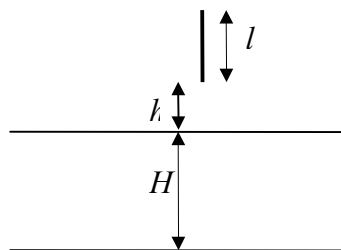


## ESAME DI FISICA

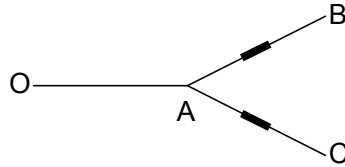
Selezione dai test d'ammissione alla Scuola Superiore "S. Anna" e alla Scuola Normale Superiore di Pisa

- 1) Nel salto con l'asta, il saltatore prende la rincorsa e, raggiunta la massima velocità  $v$ , conficca l'asta nel terreno. L'asta è elastica; prima si piega, poi si distende di nuovo e, quando si trova completamente distesa in posizione verticale, il saltatore la lascia per superare l'asticella nel modo migliore. Utilizzando qualche dato di cui siete a conoscenza, stimate l'altezza massima che ritenete possa essere superata.
- 2) La velocità minima  $v_F$  con cui si deve lanciare dalla terra un proiettile perché si allontani indefinitamente è chiamata velocità di fuga.
  - i. Perché  $v_F$  non dipende dalla massa del proiettile?
  - ii. Sapendo che  $v_F = 11 \text{ Km/s}$ , quale deve essere la velocità  $v$  di un satellite artificiale perché percorra un'orbita circolare ad una altezza molto piccola rispetto al raggio terrestre  $R$ ? (Si assuma la terra come sferica).
  - iii. L'accelerazione di gravità sulla superficie terrestre vale circa  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Utilizzando solamente i dati numerici di  $v_F$  e di  $g$ , si ricavi il raggio terrestre  $R$ .
- 3) Una motrice di massa  $m$  deve rimorchiare un carrello carico che ha una massa complessiva  $M = 100$  tonnellate. Fra le ruote del convoglio ed il terreno c'è attrito ed il coefficiente di attrito statico è  $\mu = 0.55$ . Perché il convoglio possa mettersi in moto con una accelerazione minima  $a = 0.5 \text{ m/s}^2$  quale deve essere il minimo valore della massa  $m$  della motrice? L'accelerazione di gravità è supposta nota:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .
- 4) Una sbarra di alluminio di lunghezza  $l$  e sezione  $S$  viene fatta cadere da una altezza  $h$  sopra la superficie del mare (vedi figura). Supponendo che continui a cadere verticalmente anche nell'acqua, si determini la velocità con cui la sbarra tocca il fondo a una profondità  $H$  (si trascuri la forza dell'attrito dell'acqua e dell'aria e la forza impulsiva all'impatto).

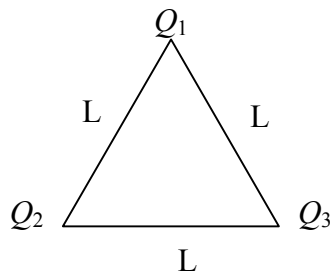


- 5) Un autoveicolo di massa totale  $1500 \text{ Kg}$ , che viaggia su un piano ad una velocità di  $20 \text{ m/s}$ , urta contro un albero. Se l'automobile si arresta completamente durante l'urto in  $0.03 \text{ s}$ , calcolare la forza media agente sull'auto durante l'urto e paragonare la sua grandezza al peso dell'auto stessa. Quanto vale la forza media che le cinture di sicurezza, che tengono il guidatore ancorato all'auto, esercitano sul guidatore stesso la cui massa è  $m = 75 \text{ Kg}$ ?

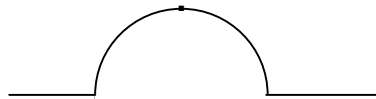
- 6) Nella sezione di circuito in corrente continua mostrato in figura si supponga noto che la potenza dissipata nel carico resistivo di  $10\text{K}\Omega$  sia di  $40\text{mW}$ . Si conosce anche la differenza di potenziale  $V_{BA} = 6\text{ V}$ . Cosa si può dire circa il valore della corrente  $I$  che circola nel conduttore OA e circa la differenza di potenziale  $V_{BC}$ ?



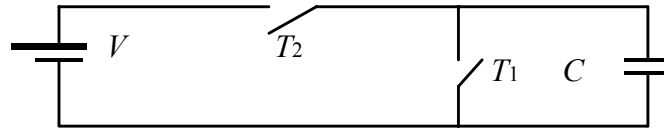
- 7) Calcolare il lavoro necessario per costruire il sistema di cariche mostrato in figura.  
 $Q_1 = q, Q_2 = 2q, Q_3 = -2q$ .



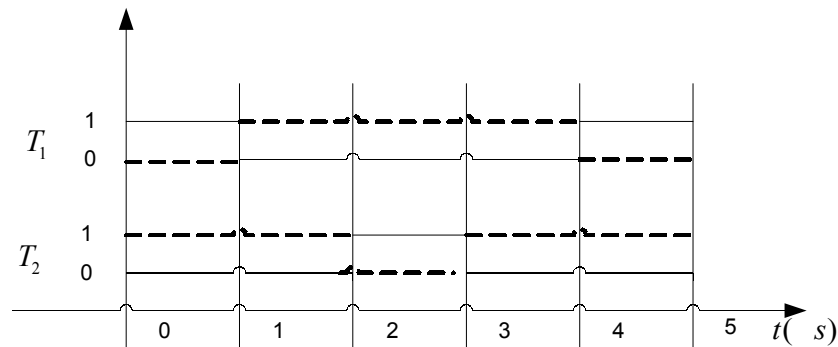
- 8) Un uomo trascina a velocità molto piccola ma costante una slitta di massa  $m = 5\text{Kg}$  lungo una salita di pendenza costante. Fra slitta e suolo vi è attrito e la forza di attrito vale  $F_a = 20\text{N}$
- Sapendo che la slitta viene trascinata per  $100\text{ m}$  e che la quota finale è più alta di  $10\text{ m}$  di quella iniziale, si calcoli il lavoro fatto dall'uomo.
  - Raggiunta la quota finale, l'uomo lascia la presa e la slitta è libera di scendere verso il basso. Quale velocità avrà acquistato la slitta quando ripasserà per la quota iniziale?
- 9) Una semisfera di raggio  $R = 30$  è fissata sulla superficie orizzontale di un tavolo. Una pallina viene posta sulla sommità della semisfera ed inizia a scivolare verso il basso.
- Supponendo che la pallina scivoli senza attrito, si trovi a quale altezza  $h$  dalla superficie del tavolo la pallina si stacca dalla semisfera. In questa domanda si tratti la pallina come un punto materiale che si sposta senza ruotare.
  - Nel caso in cui la pallina invece rotola senza strisciare, si dica se l'altezza per cui avviene il distacco è maggiore o minore di quella calcolata al punto i.



- 10) Il circuito in figura è composto da un condensatore (capacità  $C = 1\mu\text{Farad}$ ), da una pila che eroga una ddp  $V = 2\text{Volts}$  e da due interruttori  $T_1$  e  $T_2$ .



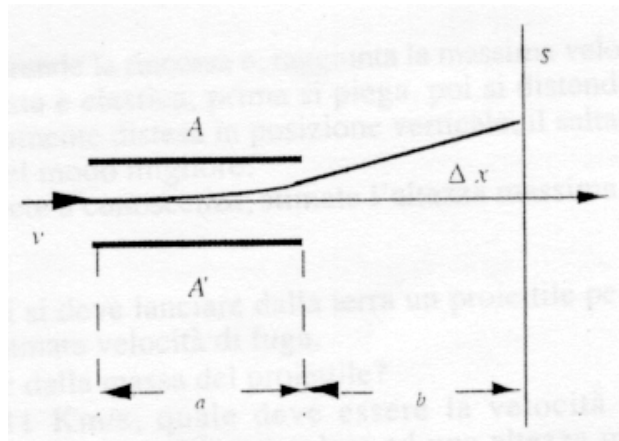
Gli interruttori sono aperti e chiusi (0 = aperto, 1 = chiuso) secondo la seguente dipendenza temporale:



- i. Quanta energia è immagazzinata nel condensatore in funzione del tempo  $t$ ?
- ii. Quanta energia eroga la pila fra 0 e 5  $\mu$ s?
- iii. Quanto e dove si potrebbero osservare delle scintille, sintomi di dissipazione istantanea di energia?
- iv. Provate ad inventare un circuito, composto da due condensatori uguali di capacità  $C = 1 \mu\text{F}$ , una pila che eroghi una ddp  $V = 2\text{Volts}$  e da non più di 5 interruttori, che sia in grado di fornire, per alcuni istanti di tempo, una ddp di 4 Volts fra due suoi punti.  
Disegnatene lo schema elettrico e fornite le sequenze temporali di apertura/chiusura degli interruttori.

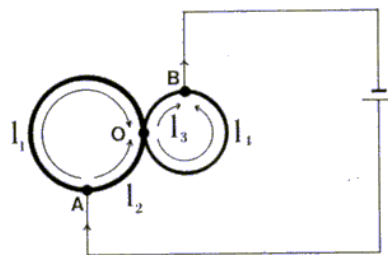
- 11) Un blocco cubico di cemento di lato  $d = 2\text{m}$  e di densità  $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$  si trova su una chiatte che galleggia in mezzo ad uno stagno quadrato di lato  $l = 100\text{m}$ . Il blocco di cemento viene depositato, con una gru, montata sulla chiatte, sul fondo dello stagno.
  - i. Il livello dell'acqua dello stagno rimane costante durante l'immersione del blocco? Se il livello dell'acqua cambia, si calcoli la sua variazione:  $\Delta h = h_{iniziale} - h_{finale}$
  - ii. Se il blocco viene depositato (lentamente ed a velocità costante) con la gru sul fondo dello stagno, profondo in quel punto 10m, si disegni in un grafico la tensione del cavo che sostiene il blocco in funzione della profondità a partire dalla posizione in cui il blocco inizia a immergersi. Quale lavoro ha fatto la tensione del cavo della gru nel depositare il blocco sul fondo dello stagno?
- 12) Un fascio di particelle di carica  $Q$  positiva e massa  $m$  attraversa un condensatore piano con una velocità  $v$  piccola rispetto alla velocità della luce. La differenza di potenzialità fra le due armature A e A' distanti  $h$  fra loro, è  $V$ . Un campo magnetico, perpendicolare sia al campo elettrico che alla velocità iniziale, è presente nella regione occupata dal condensatore.

- i. Fissato al valore  $B$  del campo di induzione magnetica, si aggiusta  $V$  ad un valore di  $V_0$  in modo che il fascio attraversi il condensatore senza subire alcuna deflessione. Quale è il valore  $v$  della velocità delle particelle del fascio?
- ii. Successivamente si sopprime il campo magnetico, lasciando inalterato il valore di  $V$ . Si osserva allora che la traccia del fascio sullo schermo  $S$  si sposta di  $\Delta x$ . Conoscendo la lunghezza  $a$  del condensatore, la sua distanza  $b$  dallo schermo e trascurando gli effetti ai bordi, si determini la carica specifica  $Q/m$  delle particelle.

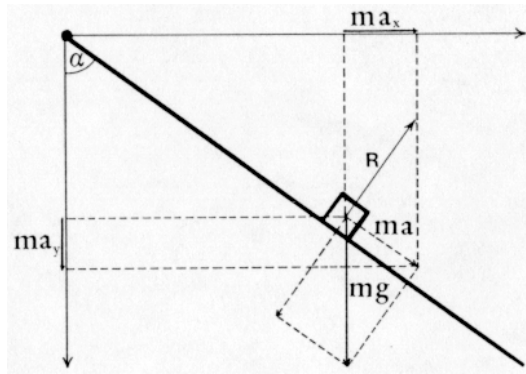


13) (*Scuola Normale Superiore, 1907*). Due tratti di filo metallico di sezione uniforme aventi le stesse resistenze elettriche  $R_1$  e  $R_2$  Ohm sono stati adoperati per costruire due anelli circolari. Questi, messi a contatto in un punto  $O$ , sono stati inseriti nel circuito di una pila attaccando i reofori di questa a due punti  $A$  e  $B$  appartenenti il primo ad un anello, il secondo all'altro. Si domanda:

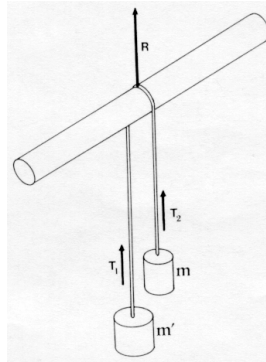
- i) La resistenza che il sistema dei conduttori costituito dai due anelli oppone alla corrente elettrica quando gli archi  $OA$ ,  $OB$  siano un quarto delle rispettive circonferenze.
- ii) In quali punti si debbono attaccare i reofori della pila perché la resistenza del sistema sia massima.



14) (*Scuola Normale Superiore, 1914*). Qual è il luogo delle posizioni raggiunte dopo un secondo da un grave che, partendo con velocità nulla da un punto fisso, cada lungo piani inclinati passanti per questo punto, comunque disposti intorno ad esso?



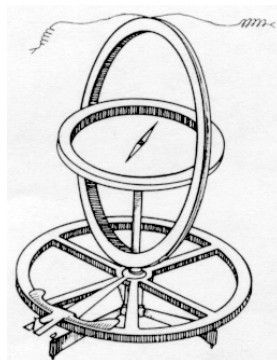
15) (*Scuola Normale Superiore, 1916*). Alle estremità di un filo flessibile e inestensibile, posto a cavallo di un asse orizzontale che non oppone attrito, sono attaccate le masse  $m$  e  $m'$ . Determinare la forza che sopporta l'asse durante il moto del sistema, ritenendo nota l'accelerazione  $g$  della gravità.



16) (*Scuola Normale Superiore, 1918*). Una corrente elettrica costante circola in una bussola delle tangenti il cui avvolgimento è orientato nel piano del meridiano magnetico; si produce perciò una deviazione del breve ago posto al centro.

Diametro del cerchio sui cui Sono avvolte le spire:	50,2 cm
Numero delle spire:	5
Deviazione del ago:	35°
Componente orizzontale del campo magnetico (cgs):	0,2356

Si richiede di calcolare la misura dell'intensità della corrente in unità assolute(cgs).



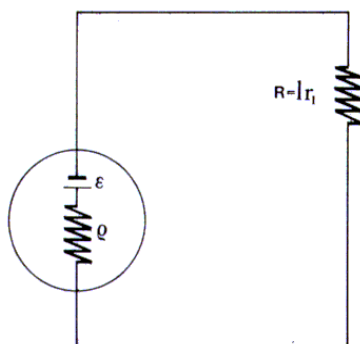
Bussola delle tangenti

17) (*Scuola Normale Superiore, 1920*). Si deve, mediante una lente, proiettare l'immagine di un oggetto luminoso sopra uno schermo, distante da esso metri 3,20. Sono a disposizione tre lenti sottili aventi rispettivamente le distanze focali di cm 95, 80 e 45. Quali saranno utilizzabili e come?

18) (*Scuola Normale Superiore, 1935*). Da uno stesso punto vengono lanciati verticalmente in alto due gravi puntiformi, uno con velocità  $v_1$ , l'altro con velocità  $v_2$  dopo un tempo  $T$ . Si domanda se e quando si incontrano.

19) (*Scuola Normale Superiore, 1936*). Due recipienti di volume  $V_1$  e  $V_2$  sono mantenuti a temperatura uguale e costante; essi contengono lo stesso gas, inizialmente con le pressioni  $p_1$  e  $p_2$  rispettivamente. Messi in comunicazione tra di loro, si stabilisce un'unica pressione  $p$ . Trovare l'espressione di  $p$  per mezzo di  $V_1, V_2, p_1, p_2$  e le condizioni perché  $p$  risulti uguale alla semisomma delle pressioni iniziali.

20) (*Scuola Normale Superiore, 1945*). Un elettromotore ha una forza elettromotrice ed una resistenza interna  $\rho$ . Viene chiuso su un filo metallico che presenta, per unità di lunghezza, la resistenza  $r_1$ .



Per quale lunghezza di questo filo si avrà in esso il massimo svolgimento di calore.

21) (*Scuola Normale Superiore, 1945*). Un circuito elettrico è formato da una pila ( $f.e.m.$  = 1,5 Volta, resistenza interna 2 Ohm), da un voltmetro a nitrato d'argento con elettrodi d'argento (resistenza 3 Ohm) e da una resistenza regolabile  $x$ . Ricordando che un Ampère depone in un secondo 1,118mg di argento al catodo, si domanda quale valore dovrà avere  $x$  affinché si ottenga un deposito di un grammo in tre ore.

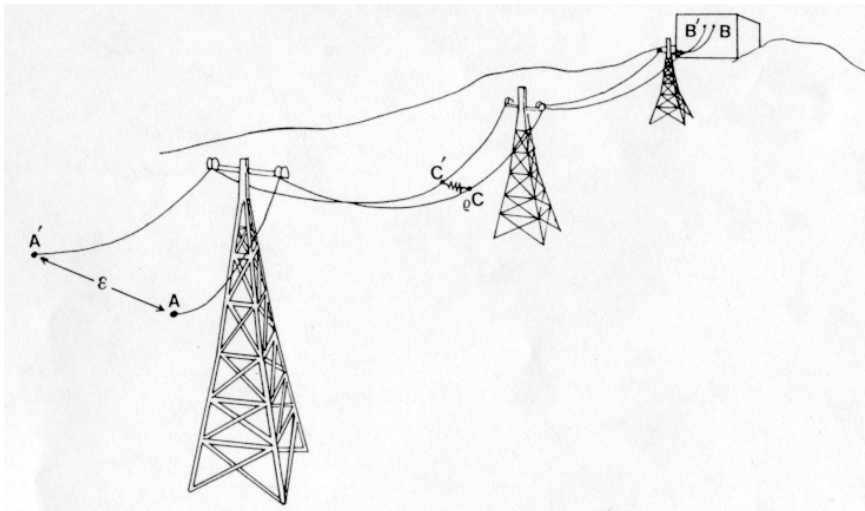
22) (*Scuola Normale Superiore, 1953*). Due fili conduttori paralleli A, B e A', B' di lunghezza  $l$ , di sezione costante e costituiti di un materiale omogeneo, formano una linea elettrica (bifilare) di resistenza complessiva  $2R$  ai cui capi A e A' sono connessi ordinatamente i poli di un elettromotore  $f.e.m.$   $\mathcal{E}$  di resistenza interna trascurabile. In un certo stante, per cause accidentali un punto  $x$  del filo AB viene a trovarsi collegato elettricamente attraverso una resistenza parassita  $\rho$  col punto più

vicino  $x'$  dell'altro filo. Misurando allora (in assenza di utenti) la resistenza della linea A e A' si trova per essa un valore  $a$  mentre invece si trova un valore  $b$  qualora si mettano a contatto diretto gli estremi B e B'.

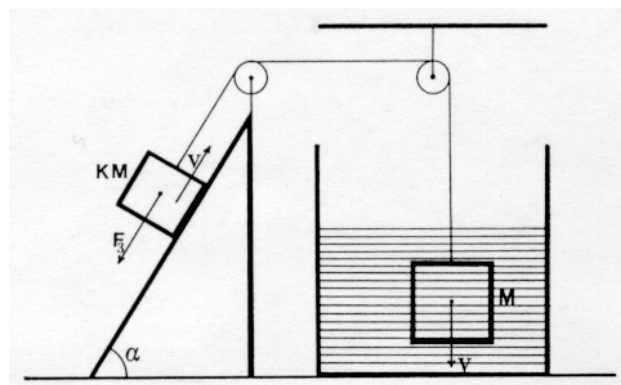
Si determini:

- la distanza  $x$  del punto C dall'estremo A;
- il valore della resistenza parassita;
- l'abbassamento della differenza di potenziale che, avvenuto l'incidente, si è verificato, sempre in assenza di utenti, tra gli estremi B e B';
- la potenza che in tale evento si è dissipata nel circuito.

Si faccia poi il calcolo numerico per il caso particolare:  $l=50 \cdot 10^3$  m,  $R=590$  Ohm,  $a=850$  Ohm,  $b=780$  Ohm,  $\mathcal{E}=100$  Volta.



23) (Scuola Normale Superiore, 1962). Un corpo di massa  $M$ , costituito da un materiale omogeneo di densità assoluta  $\rho$ , si pone in moto scendendo verticalmente di un tratto  $h$  entro un liquido di densità  $\rho_0$ . Contemporaneamente un corpo di massa  $KM$ , congiunto al primo mediante un filo inestensibile e di massa trascurabile, sale (muovendosi nell'aria) lungo un piano, inclinato di un angolo  $\alpha$  sul piano dell'orizzontale. Alla fine della discesa i due corpi posseggono la velocità  $v$ .



1) Qual è il valore dell'energia "perduta" dal sistema per vincere gli attriti e quale il valore dell'equivalente termico della medesima?

2) Quale risulterebbe la velocità finale se gli attriti non perturbassero il moto?

3) Quali sarebbero in questo caso ideale i valori consentiti per il parametro  $K$  ?

Caso particolare:  $\rho_0$  = densità dell'acqua,  $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$ ,  $M = 0,025 \text{ kg}$ ,  $K = 28/25$ ,  $h = 0,40 \text{ m}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $v = 0,10 \text{ m/s}$ .

24) (*Scuola Normale Superiore, 1965*). Un satellite artificiale entra in orbita con velocità parallela ad un meridiano ad una longitudine  $\alpha$ . Successivamente descrive una traiettoria circolare con periodo di 3 ore.

a) A che altezza viaggia il satellite?

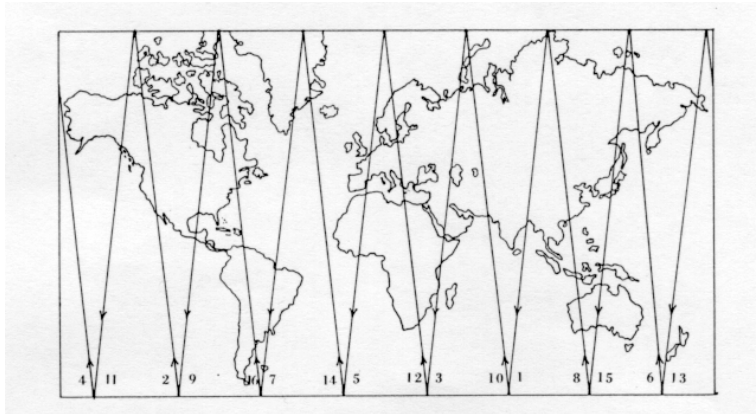
b) Con che velocità?

c) Perché fra i dati del problema è superflua la massa del satellite?

d) Come varia nel tempo la longitudine del satellite, se si trascura il moto della Terra intorno al Sole?

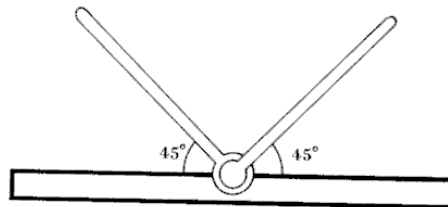
e) Come si imposta il problema di prevedere in quali ore esso è visibile ad occhio nudo da un dato punto della superficie terrestre?

Costante gravitazionale  $G = 6,66 \cdot 10^{-8}$  unità cgs, Massa della Terra  $M = 6 \cdot 10^{27}$  g, Raggio Terrestre  $R = 6,4 \cdot 10^8$  cm.



25) (*Scuola Normale Superiore, 1966*). Due sbarre di uguale forma, una di ferro e l'altra di legno, sono incernierate a un estremo così da ruotare in un piano verticale e vengono lasciate cadere da una inclinazione di  $45^\circ$ .

Quale di esse giunge per prima nella posizione orizzontale?



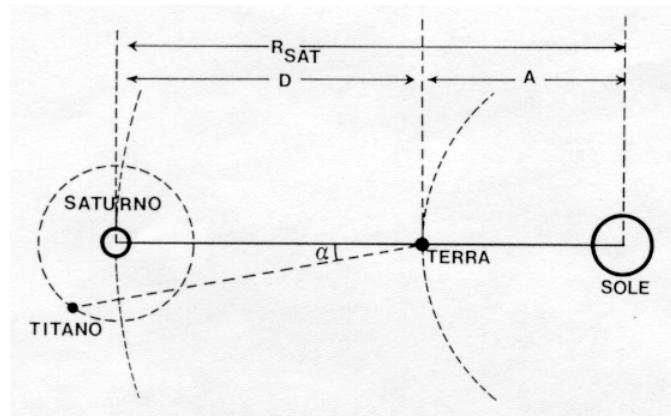
26) (*Scuola Normale Superiore, 1966*). Il moto di Titano, satellite di Saturno, osservato dalla Terra appare come un moto armonico di periodo  $T_{Tit}$  16 giorni e con una elongazione  $\alpha = 3'12''$ . Questa osservazione è fatta quando Saturno, Terra e Sole sono allineati nell'ordine Saturno, Terra e Sole.



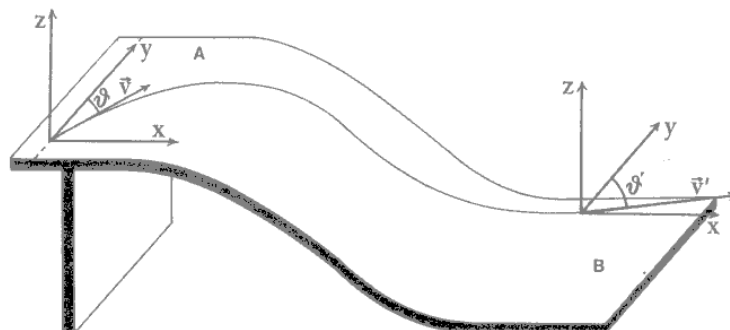
Sapendo che il periodo di rivoluzione di Saturno attorno al Sole è  $T_{Sat} = 29,5$  anni, e considerando - il che è vero con notevole approssimazione - le orbite planetarie come cerchi, si determini la massa di Saturno.

Distanza Terra-Sole  $A = 149.500.000$  km.

Costante di gravitazione universale  $G = 6,67 \cdot 10^{-8}$  dine  $\text{cm}^2 / \text{g}^2$



27) (Scuola Normale Superiore, 1967). Due lastre orizzontali  $A$  e  $B$  sono separate da uno scalino di dislivello  $h$ . Una sferetta di massa  $m$  e di velocità  $v$  passa dalla lastra  $A$  a quella  $B$  scendendo lo scalino. Lo scalino è arrotondato non dà luogo a rimbalzi.



- 1) Come muta la direzione del moto della pallina nel passare dal piano  $A$  a quello  $B$ ?
- 2) La direzione della pallina nel piano  $B$  dipende dalla sua massa?
- 3) Mostrare che al variare della direzione della velocità iniziale, rimanendo costante il suo modulo, la deflessione della sferetta obbedisce alle leggi di rifrazione dell'ottica geometrica. Si calcoli l'indice di rifrazione corrispondente.

28) (Scuola Normale Superiore, 1969). Si considerino due automobili uguali che si muovono nello stesso senso con la stessa velocità. Come varia al variare della velocità la distanza di sicurezza, ammesso che la prontezza dei riflessi dei guidatori sia  $1/5$  di secondo? (Per distanza di sicurezza si intende la distanza minima cui la seconda automobile deve mantenersi dalla prima in modo tale che se il primo guidatore frena improvvisamente il secondo riesca ad evitare lo scontro)

29) (*Scuola Normale Superiore, 1969*). Si calcoli qual è la potenza emessa da un  $\text{cm}^2$  della superficie del Sole, sapendo che sulla Terra arrivano 1,90 piccole calorie per  $\text{cm}^2$  per minuto primo, che la distanza Terra Sole è di  $149,5 \cdot 10^6$  km, e che il diametro angolare del Sole visto dalla Terra è  $32'$ .

30) (*Scuola Normale Superiore, 1977*). Un astronauta in orbita. alla richiesta della base di controllare il proprio peso, risponde che non può perché le bilance a bordo non funzionano. Da Terra gli si comunica che può servirsi della bilancia a molla di cui dispone (e di cui conosce la costante elastica), e di un orologio. Come?