

Indicazioni per il lavoro estivo

Questi sono i compiti che dovrete fare e che verranno comunicati al docente che mi succederà. Fateli. La Fisica è come un videogioco e il prossimo punto di salvataggio è a settembre: se smettete di giocare ora, perderete tutti i vostri progressi.

Vi ricordo che potete scrivermi anche in estate per correzioni, dubbi, esercizi mirati e consigli.

Approfittatene.

Letture

- **Consigliato**, per divertirsi: “*Cosa accadrebbe se? Risposte scientifiche a domande ipotetiche assurde*” di Randall Munroe, un libro che dà risposte serissime (usando, indovinate un po’, la Fisica) a domande stupidissime come “che succederebbe se la luna fosse fatta solo di elettroni?”. Lui è fisico che ha lavorato alla NASA prima di darsi a tempo pieno al più famoso fumetto nerd di sempre, XKCD, quindi vi potete immaginare che genere di libro è.
- **Consigliato**, se vi intriga la Termodinamica: “*Le regole del gioco. Come la termodinamica fa funzionare l’universo*” di Peter Atkins, (sono solo un centinaio di pagine)
- **OBBLIGATORIO**: Quello che abbiamo fatto quest’anno e che avete capito di meno! Quindi andate a riguardarvi quegli argomenti su appunti e libro.

Esercizi

Fate, sul libro, gli es.

- 14, 28, 29 a pag. 424,
- 46, 47, 50, 55, 56, 57, 58 a pag. 418

E poi fate gli es. delle fotocopie allegate.

Poi fate il seguente problema, in cui dovrete riflettere e usare un po’ l’immaginazione. Su internet questo fenomeno è spiegato, quindi potete fare una ricerca per aiutarvi. Comunque in ogni punto c’è un riferimento alla teoria da usare (e che dovrete sapere e perciò ripassare se non ve la ricordate).

Problema - *Sarà meglio colonizzarla, prima che si allontani troppo!*

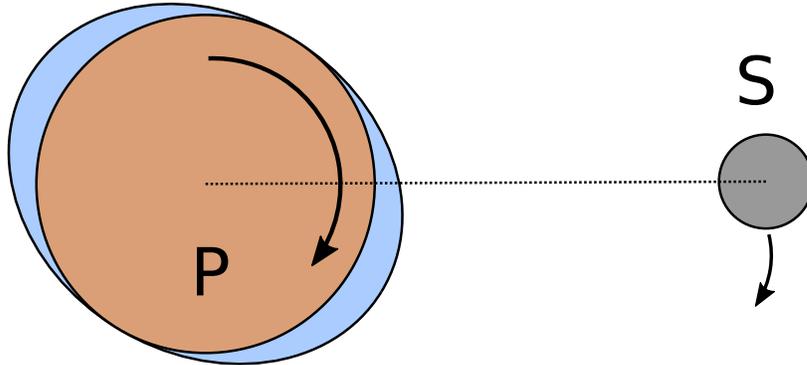
La Luna si allontana costantemente e molto lentamente dalla Terra. In questo problema cercheremo di capire perchè e modelleremo questo fenomeno nei dettagli, prendendo un pianeta interamente ricoperto di oceani con un satellite roccioso di massa abbastanza comparabile.

Sia dunque P un pianeta con un satellite S^1 che orbita attorno a P con un’orbita circolare. La massa di P è $M = 6.1 \cdot 10^{24}$ kg, quella di S è $m = 5.0 \cdot 10^{22}$ kg. Un giorno su P dura $T_D = 20$ ore, mentre S gira attorno a P con un periodo di $T_S = 20$ giorni.

1. Quanto vale la distanza d_1 di S da P ? [$3.1 \cdot 10^8$ m] [Se non ti riesce, vai a pag. 276 del libro]

¹Scoperti da un astronomo con poca fantasia e una passione per le lettere dell’alfabeto.

2. La figura sottostante rappresenta la profondità delle acque su P , visto con l'asse di rotazione perpendicolare al foglio. La linea tratteggiata è la congiungente dei centri. Ti torna quello che vedi? Prova a rifare il disegno e tracciare (in modo qualitativo) il vettore campo gravitazionale complessivo dovuto a P e S sulla superficie di P (solo la metà destra). Com'è fatto \vec{g}_{tot} in posizioni speculari rispetto alla linea tratteggiata? Che forma dovrebbe avere dunque la superficie delle acque? [Se non ti riesce, vai al paragrafo 4.2.3.2 degli appunti]



3. E invece non ce l'ha! La colpa è della rotazione di P : intuisci perché? Ricorda che P ruota su sé stesso, mentre S sta quasi fermo (ruota 24 volte più lentamente attorno a P): che deve fare l'acqua per deformarsi?
4. Dato che questa è la forma degli oceani su P , sai dare un argomento convincente per dimostrare che la forza di gravità esercitata dalle sole acque di P su S non è lungo la congiungente \overline{PS} ma ha una componente perpendicolare (e dunque tangenziale alla velocità di S)?
5. In generale che dipendenza ha la velocità tangenziale di S dalla sua distanza d ? Trovala usando le leggi del moto circolare e la legge di gravitazione universale. [se non ti riesce, vai a pag. 276 del libro]
6. Questa forza naturalmente "tira" S . La sua velocità supera quindi quella che dovrebbe avere in un'orbita di raggio d_1 . Usando l'energia e il fatto che la velocità per rimanere in un'orbita stabile decresce con la distanza, sai dare un argomento qualitativo convincente per cui S viene così spinto verso l'esterno? [Se non ti riesce, vai a pag. 282 del libro]
7. In questo meccanismo si conserva la quantità di moto di S ? E quella di P ? [se non ti riesce vai a pag. 170 del libro]
8. Com'è fatto il vettore momento angolare di S ? Si conserva? E quello di P ? E quello del sistema $S + P$? Perché? [se non ti riesce vai a pag. 230 del libro o ai teoremi 3.5 e 3.6 degli appunti]
9. Sapendo che il raggio di P è $R_P = 6100$ km e assumendolo di densità uniforme, determina il suo momento d'inerzia rispetto al suo asse di rotazione. [$9.1 \cdot 10^{37} \text{kg} \cdot \text{m}^2$][se non ti riesce vai a pag. 220 del libro]
10. Approssimandolo per semplicità a un punto, determina il momento di inerzia iniziale di S rispetto a P , quando la loro distanza è d_1 . Quanto vale invece quando S raggiunge una distanza $d_2 = 4.1 \cdot 10^8$? [$4.8 \cdot 10^{39} \text{kg} \cdot \text{m}^2$, $8.4 \cdot 10^{39} \text{kg} \cdot \text{m}^2$] [se non ti riesce vai a pag. 220 del libro]

11. Calcola la velocità angolare ω_{S1} di S quando si trova a distanza d_1 . Quanto vale la velocità angolare di rotazione di P , ω_{P1} ? [$3.6 \cdot 10^{-6}$ rad/s, $8.7 \cdot 10^{-5}$ rad/s] [se non ti riesce, vai a pag. 96 del libro]
12. Calcola la velocità angolare ω_{S2} di S quando si trova distanza d_2 . [$2.4 \cdot 10^{-6}$ rad/s][se non ti riesce vai a pag. 276 del libro e ricorda cosa sia ω]
13. Ora, usando la tua risposta al punto (7) sulla conservazione del momento angolare di $S + P$, determina la velocità angolare ω_{P2} di P quando S è a distanza d_2 . Spiega dunque come mai, allontanandosi, S ha fatto allungare la durata del giorno su P . [$5.5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, un giorno dura 32 ore] [se non ti riesce, guardati l'esempio 3.18 degli appunti per un po' di ispirazione]
14. Senza fare conti, sai dire se si è conservata l'energia meccanica di P ? E di $S + P$? Perché? [se non ti riesce, pensa a chi tiene l'acqua "spostata" e vai a pag. 180]
15. Conferma le tue supposizioni calcolando l'energia meccanica di $P + S$ (ricordati che l'energia potenziale va messa solo una volta, come se ce l'avesse solo S). [$E_{M1} = 3.1 \cdot 10^{29}$ J, $E_{M2} = 1.1 \cdot 10^{29}$ J] [se non ti riesce vai a pag. 219 e 284 del libro]
16. Usando il primo principio della Termodinamica sai calcolare quanto calore è stato fornito dall'attrito dell'acqua agli oceani di P in questo processo? (immagina che $P + S$ e i gli oceani siano due sistemi separati e considera l'energia di $P + S$) [$Q = 2.0 \cdot 10^{29}$ J]
17. Secondo te, questo processo di allontanamento, oltre a durare miliardi di anni, accelera o rallenta col tempo?
18. Un momento, ma non abbiamo spiegato la metà sinistra del disegno! Trova la distanza del baricentro del sistema $P + S$ dal centro di P , quando la distanza di S è d_1 . [$2.5 \cdot 10^3$ km] [se non ti riesce, vai negli appunti al paragrafo 3.1.1 o pag 176 del libro]
19. La forma delle acque di P è quindi dovuta alla combinazione della normale rotazione di P rispetto al proprio centro con la rotazione del centro di P rispetto al baricentro del sistema $P + S$. Sai dare ora una spiegazione qualitativa della loro forma nell'emisfero opposto a S ? Sai calcolare la loro l'accelerazione centrifuga nel punto di P opposto a S ? [$1.1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$] [Se non ti riesce, vai a pag. 51 del libro]

PER NON SBAGLIARE

■ QUALI FORZE AGISCONO E DI CHE TIPO SONO?

Ti devi chiedere quante forze agiscono sul tuo sistema (forza-peso, forza elastica, forza di attrito) e per ognuna di esse se è conservativa (per esempio la forza-peso e la forza elastica, quindi puoi associare loro un'energia potenziale) o no (per esempio la forza di attrito).

90 *** Un sistema in cui sono presenti forze non conservative evolve da una configurazione iniziale in cui l'energia cinetica è 24 J e quella potenziale è 45 J, a una configurazione finale in cui l'energia cinetica è 32 J e quella potenziale è 26 J.

► Calcola il lavoro compiuto dalle forze non conservative.

[−11 J]

91 *** Simone tiene ferma nella sua mano una pallina di 320 g a 1,2 m dal suolo. Su di essa applica una forza per lanciarla verso l'alto e la pallina arriva fino a 13,3 m di altezza prima di tornare giù. Trascura la forza di attrito dell'aria.

► Calcola il lavoro compiuto da Simone.

[38 J]

92 *** Una pallina di 180 g è tenuta ferma a 1,4 m dal suolo. Su di essa viene compiuto un lavoro di 12 J per lanciarla verso l'alto.

► Calcola l'altezza a cui arriva la pallina.

[8,2 m]

93 *** Una pallina di carta di 24 g cade da una altezza di 23 m, giungendo al suolo con una velocità di 5,2 m/s.

► Calcola il lavoro compiuto dalla forza di attrito con l'aria.

[−5,1 J]

94 *** Un blocco di legno di 1,5 kg, inizialmente fermo, scende lungo un piano inclinato, alto 3,2 m, e giunge alla base del piano con una velocità di 6,3 m/s.

► Calcola il lavoro compiuto dalla forza di attrito tra il blocco e il piano.

[−17 J]

95 *** Una molla di massa m e costante elastica 20 N/m, appoggiata su un piano orizzontale privo di attrito, ha un'ampiezza di oscillazione massima di 20 cm. Quando la molla ha raggiunto il massimo spostamento dalla sua posizione d'equilibrio, riceve una spinta che fa aumentare la sua energia di 0,50 J. Trascura l'attrito con l'aria.

► Calcola la nuova ampiezza massima dell'oscillazione della molla.

[0,30 m]

96 *** Un camion di massa 2200 kg affronta una salita con velocità iniziale di 10 m/s. Al termine della salita, alta 5,6 m, la velocità del camion si è ridotta a 6,0 m/s. Trascura tutti gli attriti.

► Calcola il lavoro compiuto dal motore per affrontare la salita.

[$5,0 \times 10^4$ J]

97 - 101 ■ PROBLEMI IN PIÙ

→ su amaldipiù.zanichelli.it a pag. 42 PDF

→ nelle Risorse digitali

PROBLEMI GENERALI

1 *** **SPORT** Uno sciatore di 80 kg affronta un dosso alto 3,1 m alla velocità di 50 km/h. Durante la salita, l'attrito con la neve e con l'aria trasforma $3,3 \times 10^3$ J della sua energia meccanica in altre forme di energia.

► Quanto vale la velocità dello sciatore quando raggiunge la sommità del dosso?

[7,0 m/s]

2 *** Un bambino di massa 30,0 kg si sta dondolando sull'altalena. Le corde a cui è fissata l'altalena sono lunghe 2,00 m. Scegliendo come livello di zero la posizione più bassa che il bambino può assumere, calcola l'energia potenziale della forza-peso del bambino nelle situazioni seguenti:

► quando le corde dell'altalena sono orizzontali;

► quando le corde dell'altalena formano un angolo

di $45,0^\circ$ rispetto alla verticale;

► quando le corde dell'altalena sono perpendicolari al terreno.

[$5,9 \times 10^2$ J; $1,7 \times 10^3$ J; 0 J]

3 *** **IN LABORATORIO** Un anello di massa $m = 2,0$ kg può scorrere lungo una guida verticale. L'anello viene lanciato con velocità v_0 diretta verso l'alto e raggiunge l'altezza $h = 3,0$ m. Successivamente ritorna al punto di partenza con energia cinetica $K_f = 36,6$ J. La forza non conservativa F , tra l'anello e la guida, ha modulo costante e verso contrario allo spostamento.

► Determina il valore di v_0 .

► Determina il valore del modulo di F .

[9,0 m/s; 7,4 N]

Una cometa durante la sua orbita intorno al Sole passa nel punto di afelio, che si trova a 36 UA dal Sole, con la velocità di 0,90 km/s. La massa della cometa è di $6,0 \times 10^{10}$ kg.

- ▶ Calcola l'area spazzata dal suo raggio vettore in 1 s (1 UA = $1,50 \times 10^{11}$ m).
- ▶ Quanto vale l'area spazzata al perielio sempre in 1 s?
- ▶ Calcola il modulo del momento angolare della cometa rispetto al centro del Sole quando si trova nel punto di afelio.

[$2,4 \times 10^{15}$ m²; $2,9 \times 10^{26}$ J s]

NATURA Le maree terrestri sono provocate dall'attrazione gravitazionale della Luna sulla Terra. Secondo le stime più recenti, l'oceano Atlantico contiene 323 600 000 km³ d'acqua. Considera una porzione del suo volume pari a 1,0 m³.

- ▶ Calcola l'attrazione gravitazionale esercitata dalla Luna su quella porzione di volume. (d (acqua marina) = 1025 kg/m³)
- ▶ Qual è l'attrazione della Luna sull'intero oceano Atlantico?

[$3,4 \times 10^{-2}$ N; $1,1 \times 10^{16}$ N]

NATURA Si dice che le maree sulla Terra sono provocate dall'attrazione della Luna sulle acque terrestri. In realtà, il meccanismo dei rigonfiamenti di marea che interessa i nostri mari dipende più correttamente dalla *differenza* fra la forza di attrazione lunare sulla faccia della Terra rivolta alla Luna e la forza di attrazione sulla faccia opposta. Ecco perché il mare si solleva sia sul lato della Terra rivolto alla Luna sia sul lato opposto. Se considerassimo solo la forza di attrazione gravitazionale fra una massa d'acqua sulla Terra e la Luna, questa sarebbe minore della forza di attrazione esercitata dal Sole sulla stessa massa. Verifichiamolo: per una massa di acqua terrestre $m = 1,0$ kg, la forza di attrazione gravitazionale della Luna è pari a $3,4 \times 10^{-5}$ N (vedi il problema n. 2).

- ▶ Calcola la forza con cui il Sole attrae la stessa massa d'acqua terrestre.
- ▶ Quale fra il Sole e la Luna attira la massa m con una forza più intensa? Di quanto?

[$5,9 \times 10^{-3}$ N]

4 *** Immagina di atterrare su un pianeta di un altro sistema solare che abbia la stessa densità della Terra, ma raggio 15 volte maggiore.

- ▶ Quale sarebbe il tuo peso rispetto a quello sulla Terra?

[15 volte maggiore]

5 *** Due satelliti artificiali vengono messi in orbita. Il raggio dell'orbita del satellite più esterno è 4 volte quello dell'or-

bita del satellite più interno.

- ▶ Quale satellite compie un maggior numero di orbite in un dato intervallo di tempo?
- ▶ Quante orbite completa il satellite più veloce nel tempo in cui il satellite più lento ne compie una?

[8]

6 *** Un razzo di massa 510 kg poco dopo l'istante del lancio nello spazio possiede un'energia cinetica di $2,21 \times 10^{10}$ J.

- ▶ Riesce a sfuggire al campo gravitazionale terrestre?

[No]

7 *** Un meteorite di massa 348 kg in un certo istante si trova a 1405 km dalla superficie terrestre a una velocità di 11,2 km/s.

- ▶ Qual è il valore dell'energia meccanica totale del meteorite? Trascura il campo gravitazionale degli altri pianeti, della Luna e del Sole.

(Utilizza la tabella in fondo al libro per i dati sulla Terra)

[4×10^9 J]

8 *** Un proiettile viene sparato nello spazio con velocità pari alla velocità di fuga della Terra. Dopo un certo tempo si trova a 12 500 km dal centro della Terra.

- ▶ Quale sarebbe in quel punto la velocità del proiettile se trascuriamo gli attriti nel passaggio attraverso l'atmosfera?

[$7,98 \times 10^3$ m/s]

9 *** La Luna nella sua orbita ellittica, passa da punto che dista $3,6 \times 10^5$ km dalla Terra (perigeo), a un punto che dista $4,06 \times 10^5$ km (apogeo).

- ▶ Calcola il lavoro che compie la forza gravitazionale terrestre nel passaggio tra perigeo e apogeo.

(Utilizza la tabella alla fine del libro per i dati sulla Terra e la Luna.)

[-9×10^{27} J]

10 *** **STORIA** Il 19 luglio 1969, l'Apollo 11 si posizionò su un'orbita di altezza media pari a circa 110 km intorno alla Luna.

- ▶ Quanto tempo impiegò a percorrere un giro completo intorno alla Luna?
- ▶ Qual era il valore della sua velocità orbitale?

(Consulta la tabella in fondo al libro per i dati astronomici della Luna)

[$7,13 \times 10^4$ s; $1,6 \times 10^3$ m/s]

11 - 16 ❖ PROBLEMI GENERALI IN PIÙ

→ su amaldipiù.zanichelli.it a pag. 70 PDF

→ nelle Risorse digitali