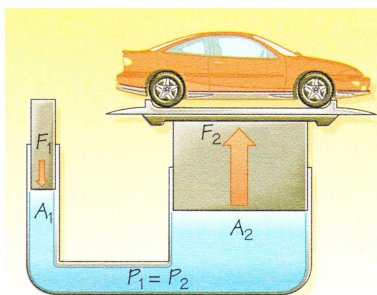


Esercizi relativi alle lezioni dalla 11 alla 14.

1. Uno sciatore di massa 78 kg è in piedi sugli sci, che sono lunghi 1.75 m e larghi 15 cm ciascuno. Che pressione esercita sulla neve, quando si trova in un tratto piano?
2. Lo stesso sciatore dell'esercizio precedente incontra una discesa per la quale è indicata una pendenza del 22%. Quanti gradi di inclinazione corrispondono a una pendenza del 22%? Che pressione esercita ora?
3. Una ragazza di massa 45 kg si tiene per un attimo in equilibrio sui tacchi a spillo (attenzione: è pericoloso!). I due tacchi hanno complessivamente un'area di 1 cm². Quale pressione esercita sul terreno? Poi cambia idea, e sposta il peso sulle punte, che hanno un'area complessiva di 60 cm². Come cambia la pressione?
4. Un pacco di massa 15 kg è posato sul pavimento. La superficie di appoggio è un rettangolo di lati 20 cm e 30 cm. Qual è la pressione che il pacco esercita?
5. Lo stesso pacco dell'esercizio precedente è poggiato sopra uno scivolo che forma un angolo di 27° rispetto al pavimento orizzontale. Qual è la pressione esercitata sullo scivolo? Come cambia la pressione se si aumenta l'inclinazione dello scivolo?
6. Nei bollettini meteo la pressione atmosferica viene di solito riportata in hPa oppure in bar. A quanti bar corrisponde una pressione di 985 hPa? Viceversa, a quanti hPa corrisponde una pressione 1.03 bar?
7. Consideriamo la figura 11.2. Se applico una forza di 70 N, e lo stantuffo ha un diametro di 3 cm, con che pressione l'acqua zampilla dai fori? Con che forza devo spingere, se voglio che l'acqua esca con una pressione tre volte più grande di quella atmosferica?

La prossima figura mostra il principio di funzionamento di un sollevatore idraulico.



Il fatto che la pressione si trasmetta inalterata in tutto il fluido ci permette di vincere una forza grande (il peso dell'auto, in questo caso) applicandone una assai più piccola (la forza F_1 nell'immagine). Basta che il condotto d'ingresso abbia una sezione A_1 assai più piccola rispetto alla sezione A_2 del condotto in uscita. La pressione in entrata P_1 (uguale al rapporto F_1/A_1) coincide con quella in uscita P_2 (uguale al rapporto F_2/A_2). Quindi:

$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

8. In un sollevatore idraulico il condotto d'ingresso ha un'area di 0.1 cm², quello in uscita ha un'area di 10 cm². Dobbiamo sollevare un'auto di massa 1350 kg. Qual è l'intensità minima della forza che dobbiamo applicare? Qual è la pressione a cui sottoponiamo il liquido quando applichiamo questa forza?

9. Leggiamo dalla voce Hydraulic brake di Wikipedia: "Hydraulic brakes transfer energy to stop an object, normally a rotating axle. In a very simple brake system, with just two cylinders and a disc brake, the cylinders could be connected via tubes, with a piston inside the cylinders. The cylinders and tubes are filled with incompressible oil. The two cylinders have the same volume, but different diameters, and thus different cross-section areas. The one with the smallest diameter is called the master cylinder. The spinning disc brake will be placed down at the piston with the larger cross-section. Suppose the diameter of the master cylinder is half the diameter of the slave cylinder, so the master cylinder has a cross-section four times smaller. Now, if the piston in the master cylinder is pushed down 40 mm, with 10 N of force, the slave piston will then move 10 mm, with a force of 40 N". Se il cilindro primario ha il diametro di 1 cm, qual è la pressione cui sottoponiamo il liquido quando applichiamo al primario una forza di 10 N?

10. Un cilindro graduato, da vuoto, ha una massa di 50 g. Quando ci versiamo dentro 100 cm³ di detersivo liquido per lavastoviglie, la sua massa diventa di 180 g. Qual è la densità del liquido?

11. Qual è la pressione che incontra un sottomarino che naviga alla profondità di 25 m sotto il livello del mare? Se il sottomarino ha un oblò di raggio 20 cm, qual è la forza con cui l'acqua preme su di esso? Come cambia la risposta a seconda di come è orientato l'oblò?

12. Ho un grosso recipiente cilindrico, alto 50 cm, con il diametro di 30 cm. Il recipiente ha una massa di 1.2 kg. Che pressione esercita, da vuoto, sul pavimento? E se lo riempio d'acqua fino all'orlo? E se fosse pieno di benzina?

13. Un parallelepipedo di alluminio (densità 2700 kg/m³) ha gli spigoli di lunghezza L1 = 10 cm, L2 = 5 cm, L3 = 2 cm. Quale pressione esercita su ciascuna delle possibili facce?

14. A quale profondità la pressione esercitata dall'acqua è uguale alla pressione atmosferica?

15. Un batiscafo è progettato per sopportare una pressione massima di 4·10⁶ Pa. Fino a quale profondità può spingersi durante un'immersione subacquea?

16. L'atmosfera della terra ha uno spessore che possiamo valutare in circa 40 km. Se la sua densità fosse dappertutto la stessa che c'è sulla superficie della terra, cioè circa 1 kg/m³, quale sarebbe il valore della pressione atmosferica? In realtà, come sappiamo, la pressione atmosferica è più piccola: che cosa possiamo quindi supporre sulla densità dell'atmosfera? Conoscete dei fatti che confermino questa ipotesi?

17. Che cosa sarebbe successo a Torricelli se avesse fatto il suo esperimento riempiendo il tubo d'acqua invece che di mercurio? (ricorda che il tubo usato era lungo circa un metro).

18. Quanto avrebbe dovuto esser lungo, come minimo, il tubo usato da Torricelli, se

avesse voluto realizzare il suo esperimento usando acqua invece che mercurio?

19. A quanti Pascal corrisponde un millimetro di mercurio?

20. Un palloncino di raggio 20 cm è riempito con elio, che ha una densità di 0.18 kg/m^3 . Il palloncino sfugge di mano, e sale nell'aria, la cui densità è 1.27 kg/m^3 . Quanto è intensa la forza che lo tira verso il basso, e quanto invece la spinta idrostatica diretta verso l'alto?

21. Il ghiaccio ha una densità che è circa il 90% di quella dell'acqua. Che cosa succede quando un cubetto di ghiaccio viene immerso in acqua? Qual è la percentuale del suo volume che emerge dall'acqua?

22. Prendo una sferetta di alluminio di raggio 1 cm, e la appendo a una molla di costante elastica 4 N/m . Di quanto si allunga la molla? Ora ripeto la prova, immergendo però in acqua la sferetta. Osservo che la molla si allunga un po' meno: perché? Di quanto si allunga la molla in questo caso?

23. Come potrei usare lo strumento descritto nell'esercizio precedente per misurare la densità di un liquido sconosciuto?

24. Naturalmente è più facile misurare la densità di un liquido usando una bilancia e un cilindro graduato. Spiega in modo dettagliato come faresti.

25. Quanto dura un'orbita rasoterra, cioè un'orbita il cui raggio è appena un po' più grande del raggio della terra?

26. Che forza centripeta occorre per mantenere un corpo di massa 10 kg in un'orbita rasoterra?

27. Qual è la velocità con cui la luna orbita intorno alla terra?

28. Quanto è intensa la forza di attrazione tra due masse di 1 kg poste alla distanza di 1 metro?

29. A che distanza dovremmo porre i centri delle due masse da 1 kg per avere una forza di attrazione reciproca pari a 1 N? Il risultato vi sembra realistico?

30. Quanto è intensa la forza di attrazione tra la terra e il sole? Quali accelerazioni produce, rispettivamente, sulla terra e sul sole?

31. Quanto è intenso il campo gravitazionale generato dalla terra nei punti dello spazio molto vicini alla sua superficie?

32. Quanto è intenso il campo gravitazionale generato dal sole nei punti vicini alla sua superficie?

33. Quanto è intenso il campo gravitazionale generato dalla terra alla distanza cui si trova la luna, cioè $3.8 \cdot 10^5 \text{ km}$? E alla distanza cui si trova il sole, cioè $1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$?

34. E' più intenso il campo gravitazionale generato dal sole là dove si trova la terra, oppure quello generato dalla terra là dove si trova il sole? Perché?

35. Il 20 agosto del 2014 la Stazione Spaziale Internazionale orbitava intorno alla terra ad una distanza media di 416 km dalla sua superficie. Quanto è intenso il campo gravitazionale della terra a quella distanza?

36. Calcola la velocità orbitale di tutti i pianeti del sistema solare.

37. Nel 1619 Johannes Kepler formulò la terza legge sul moto dei pianeti. Oggi possiamo enunciarla così: "i quadrati dei tempi che i pianeti impiegano a percorrere le loro orbite sono proporzionali ai cubi delle loro distanze medie dal sole". Usando i dati della tabella 12.1 controlla che il termine r^3/T^2 abbia effettivamente lo stesso valore per tutti i pianeti del sistema solare. Qual è questo valore comune? In quali unità di misura è espresso?

E' facile dimostrare che il rapporto r^3/T^2 , per i satelliti del sole, è uguale a $GM/4\pi^2$, dove M è la massa del sole, G la costante di gravitazione universale. Vediamo perché:

per la legge di gravitazione	$mv^2/r = GmM/r^2$
cancello i fattori comuni	$v^2 = GM/r$
ma $v=2\pi r/T$, quindi	$4\pi^2 r^2/T^2 = GM/r$
moltiplico per $r/4\pi^2$	$r^3/T^2 = GM/4\pi^2$

38. Controlla che il valore che hai calcolato, nell'esercizio 37, per il termine r^3/T^2 , coincida con quello previsto dall'osservazione fatta sopra.

39. Quanto dovrà valere il termine r^3/T^2 per i satelliti della terra? I dati relativi alla luna confermano la previsione fatta?

40. Le distanze dei pianeti dal sole sono spesso espresse in unità astronomiche: 1 unità astronomica = $149.6 \cdot 10^6$ km, cioè la distanza della terra dal sole. Calcola in unità astronomiche le distanze di tutti i pianeti dal sole.

41. Qual è la quantità di moto di un'automobile di massa 1350 kg che viaggia alla velocità di 110 km/h?

42. Aroldis Chapman detiene il record per il lancio più veloce che sia mai stato effettuato nella Major League di baseball. La sua pallina, di massa 145 g, viaggiò alla velocità di 105 miglia all'ora. Quale fu la sua quantità di moto?

43. Ivo Karlovic, tennista croato, durante un incontro di Coppa Davis del 2011 batté il servizio più veloce mai registrato nella storia del tennis. La pallina, di massa 57 g, viaggiò alla velocità 251 km/h. Quale fu la sua quantità di moto?

44. A che velocità dovrebbe viaggiare una palla da tennis per avere la stessa quantità

di moto impressa da Chapman alla sua palla da baseball?

45. Un carrello di massa 0.50 kg è trainato da una forza di 1.0 N per 1 secondo. Un secondo carrello di massa 0.50 kg è trainato da una forza di 2.0 N per 0.5 secondi.

Quale dei due subisce la maggiore accelerazione? Quale dei due va più lontano nel frattempo? Quale dei due acquista la maggiore quantità di moto?

46. Una palla da baseball di massa 0.145 kg arriva verso la mazza con una velocità di 38 m/s. Dopo il contatto riparte con una velocità di -44 m/s. Qual è l'impulso che la mazza ha esercitato sulla palla? Se il contatto è durato 3 ms, quanto è intensa la forza media che la mazza ha esercitato sulla palla?

47. Un modellino di razzo ha massa 1.5 kg. Il motore esercita una spinta verso l'alto di 120 N per un tempo di 2.9 s. Trascurando la resistenza dell'aria vogliamo calcolare:

(a) la forza totale che agisce sul razzo;

(b) l'impulso totale esercitato sul razzo nei 2.9 s di spinta;

(c) la velocità raggiunta dal razzo nel momento in cui il motore si spegne;

(d) l'altezza da terra raggiunta nel momento in cui il motore si spegne;

(e) l'altezza massima raggiunta rispetto a terra, tenuto conto che il razzo continua a salire ancora per un po'.

48. Quando un carrello sulla rotaia urta frontalmente un carrello identico, fermo, si osserva uno scambio di velocità: il primo si ferma, il secondo parte nella stessa direzione con la stessa velocità. In questo modo la quantità di moto complessiva del sistema si conserva. Questa, tuttavia, non è l'unica possibilità ammessa dalla legge di conservazione della quantità di moto. Sai descriverne altre?

49. Se i due carrelli dell'esercizio precedente rimangono agganciati, dopo l'urto si muovono insieme, con velocità dimezzata. Si conserva la quantità di moto? Ci sono altre possibilità oltre a questa?

50. Un carrello di massa 0.58 kg viaggia sulla rotaia ad una velocità di 0.35 m/s. Incontra un respingente magnetico, e torna indietro con una velocità di 0.32 m/s. Di quanto è variata la sua quantità di moto? Se l'urto con il respingente è durato 0.1 s, quanto è stata intensa la forza media esercitata dal respingente?

51. Stesso esperimento dell'esercizio precedente: stesso carrello, stesse velocità prima e dopo. Questa volta, però, il carrello ha urtato contro una molla: l'interazione, più lenta, è durata 0.6 s. Qual è stato il valore medio della forza esercitata?

52. Un carrello di massa $m_1=0.53$ kg viaggia con velocità $v=0.41$ m/s contro un secondo carrello, fermo, di massa $m_2=0.26$ kg. Durante l'urto i due carrelli si agganciano. Con quale velocità comune si muovono subito dopo?

53. Stessi carrelli dell'esercizio precedente. Se voglio che dopo l'urto viaggino con una velocità comune di 0.45 m/s, quale velocità devo imprimere al primo?

I prossimi problemi riguardano collisioni che si verificano tra automobili ad un

incrocio ricoperto dal ghiaccio. Per fortuna le velocità sono basse, quindi nessuno si fa male. In tutte le situazioni le auto rimangono agganciate. In tutte, naturalmente, si conserva la quantità di moto.

54. Entrambe le auto hanno massa 1200 kg, entrambe viaggiano alla velocità di 5 m/s, una in direzione 90° (cioè in direzione nord), l'altra in direzione 0° (quindi verso est). Qual è, in modulo e direzione, la quantità di moto iniziale? In che direzione si muoveranno le due auto dopo essersi agganciate? Con quale velocità?

55. Entrambe le auto hanno massa 1200 kg, una viaggia in direzione 90° con velocità 4 m/s, l'altra in direzione 0° con velocità 2 m/s. In che direzione si muoveranno le due auto dopo essersi agganciate? Con quale velocità?

56. L'auto che viaggia verso nord ha una massa di 1350 kg e una velocità di 4 m/s, quella che viaggia verso est una massa di 1130 kg e una velocità di 3 m/s. In che direzione si muoveranno le due auto dopo essersi agganciate? Con quale velocità?

57. Un carrello di massa 0.55 kg viaggia sulla rotaia alla velocità di 0.38 m/s. Un altro carrello, di massa 0.43 kg, viaggia in direzione opposta alla velocità di 0.41 m/s. (a) Qual è la quantità di moto complessiva del sistema formato dai due carrelli? (b) Qual è l'energia cinetica del sistema?

58. I due carrelli dell'esercizio precedente si urtano e restano agganciati a causa del velcro. (a) Con quale velocità comune si muovono dopo l'urto? (b) Quanto vale l'energia cinetica dopo l'urto? (c) In quale percentuale si è conservata l'energia cinetica?

59. Un carrello di massa 0.25 kg, fermo sulla rotaia senza attrito, subisce per il tempo di 1.2 secondi l'azione di una forza di 0.15 N diretta verso destra.

(a) Qual è l'accelerazione subita dal carrello?

(b) Che velocità raggiunge il carrello quando termina l'azione della forza?

(c) Che distanza ha percorso nel frattempo?

(d) Qual è la quantità di moto che ha acquistato?

(e) Qual è l'energia cinetica acquistata?

(f) Qual è il lavoro compiuto dalla forza?

(g) Qual è l'impulso che la forza ha esercitato sul carrello?

60. Che lavoro compie una forza di 12 N che agisce per 2.5 secondi sopra un corpo di massa 1.3 Kg inizialmente fermo? Serve conoscere la massa del corpo per rispondere a questa domanda?

61. Che lavoro compie una forza di 7.9 N che agisce per 1.4 m sopra un corpo di massa 3.5 Kg inizialmente fermo? Serve conoscere la massa del corpo per rispondere a questa domanda?

62. Consideriamo l'uomo che spinge la cassa di figura 14.3. Supponiamo che la forza applicata sia di 150 N, con un angolo di 23° rispetto all'orizzontale. Che lavoro compie

l'uomo quando spinge la cassa per un tratto di 3 metri? Che lavoro compie, lungo lo stesso tratto, la componente della forza perpendicolare al pavimento?

63. Un corpo di massa 2.1 kg scivola giù da un piano inclinato senza attrito, alto 1.2 m e lungo 2.7 m. (a) Che lavoro compie la componente del peso parallela al piano? (b) che lavoro compie la componente del peso perpendicolare al piano? (c) Che lavoro compie la reazione vincolare del piano? (d) Qual è il lavoro complessivo compiuto dalle forze che agiscono sul corpo? (e) Quanta energia cinetica acquista il corpo? (f) Con quale velocità arriva in fondo allo scivolo?

64. Un carrello di massa 0.25 kg scivola giù dalla cima di una rotaia lunga 2.1 m, una cui estremità è stata sollevata di 31 cm. L'attrito è basso ma non nullo: per la precisione la forza di attrito ha un'intensità di 0.04 N. Le domande sono le stesse dell'esercizio precedente, ma c'è una forza in più di cui dobbiamo tenere conto. (a) Che lavoro compie la componente del peso parallela al piano? (b) che lavoro compie la componente del peso perpendicolare al piano? (c) Che lavoro compie la reazione vincolare del piano? (d) Che lavoro compie la forza di attrito? (e) Qual è il lavoro complessivo compiuto dalle forze che agiscono sul corpo? (f) Quanta energia cinetica acquista il corpo? (g) Con quale velocità arriva in fondo allo scivolo?

65. Riprendiamo il problema 63 e indichiamo con m la massa del carrello, con h l'altezza dello scivolo, con l la sua lunghezza, con g l'accelerazione di gravità, con L il lavoro complessivamente compiuto dalle forze che agiscono sul carrello. Scrivi la formula che permette di calcolare L in funzione delle indeterminate m , g , h e l .

66. Riprendiamo il problema 64 e indichiamo con m la massa del carrello, con h l'altezza dello scivolo, con l la sua lunghezza, con g l'accelerazione di gravità, con F_a la forza di attrito, con L il lavoro complessivamente compiuto dalle forze che agiscono sul carrello. Scrivi la formula che permette di calcolare L in funzione delle indeterminate m , g , h , F_a e l .