Ledtrådar (Ergo Fysik 1)

Nedan följer ledtrådar och lösningshjälp till en del uppgifter i *Ergo Fysik 1* av Pålsgård med flera (fjärde upplagans första tryckning).

Detta är en tidig version. Säg gärna till om du hittar konstigheter eller saknar någon uppgift!

Kapitel 7

RITA ALLTID FIGUR!

7.01 Bedräkna trycket $p = \frac{F}{A}$. Lufttrycket vid havsytan är $101{,}3 \cdot 10^3$ Pa.

7.02 (a) Tryckkraften är $F = pA$. (b) En kompis tyngd är $mg = 60 \cdot 9{,}82\ \mathrm{N} = 598\ \mathrm{N}$. (c) Det finns en lika stor uppåtriktad tryckkraft på bordet från luften under bordet.

7.03 Bestäm först tryckkraften från luften utanför kabinen (45 kN). Bestäm sedan tryckkraften från luften inuti kabindörren (120 kN). Resultantan blir sedan $R = (120 - 45)$ kN $= 75$ kN, riktad ut från kabinen.

7.04 (a) Trycket blir större under en av klackarna än under en elefantfot ($p = \frac{F}{A}$). (b) Om trycket är större på undersidan så kommer (den uppåtriktade) tryckkraften på undersidan att bli större än (den nedåtriktade) tryckkraften på ovansidan, vilket resulterar i en uppåtriktad lyftkraft på flygplanet.

7.05 I facit har man räknat med att havsvatten har densiteten $1{,}03 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$ och att trycket vid havsytan är 101,3 kPa. Tänk på att (totala) trycket på ett visst djup ges av $p = p_0 + \rho g h$, där p_0 är trycket vid ytan.

7.06 Om vi antar att Fredrik befinner sig x m under vattenytan så kan vi skriva skillnaden mellan trycken hos Fredrik och Filip som

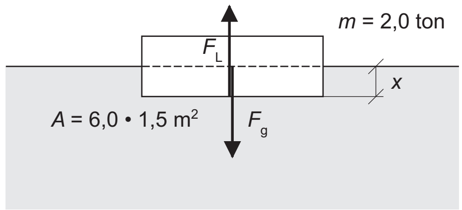
$$p_{\mathrm{Fi}} - p_{\mathrm{Fr}} = (p_0 + \rho g(x+y)) - (p_0 + \rho g x) = \rho g y,$$

där y är skillnaden i höjd mellan Filip och Fredrik ($y = 12{,}5$ m). Eftersom vi vet att $p_{\mathrm{Fi}} = 400$ kPa så kan p_{Fr} beräknas.

7.07 Eftersom vikten är helt nedsänkt kommer den undanträngda vätskans volym att vara lika stor som viktens (glöm inte att räkna om till m^3). Lyftkraften kan sedan beräknas med hjälp av Arkimedes princip. De krafter som verkar på vikten är tyngdkraft F_g (riktad nedåt), lyftkraft F_{L} (riktad uppåt) och kraft från dynamometern F_{D} (riktad uppåt). Kraftjämvikt ger $F_{\mathrm{D}} + F_{\mathrm{L}} = F_{\mathrm{g}}$, varur dynamometerkraften kan bestämmas.

7.08 (a) Rita kraftfigur! De krafter som verkar på bollen är tyngdkraften F_{g} och lyftkraften från vattnet F_{L}. Bestäm först lyftkraften F_{L} med hjälp av Arkimedes princip. Kraftjämvikt ger sedan att $F_{\mathrm{g}} = F_{\mathrm{L}}$, alltså är $mg = F_{\mathrm{L}}$. (b) Beräkna lyftkraften F_{L} när hela bollen är nedtryckt i vattnet. Rita kraftfigur! De krafter som verkar på vikten är tyngdkraft F_{g} (riktad nedåt), lyftkraft F_{L} (riktad uppåt) och kraft från den som håller i bollen F_{H} (riktad nedåt). Kraftjämvikt ger $F_{\mathrm{g}} + F_{\mathrm{H}} = F_{\mathrm{L}}$, varur den sökta kraften kan beräknas.

7.09 Fullständig lösning:



Kraftjämvikt ger

$$F_{\mathrm{L}} = F_{\mathrm{g}}.$$

Eftersom $F_{\mathrm{g}} = mg$ och $F_{\mathrm{L}} = \rho V g = \rho A x g$, där A är flytbryggans bottenarea får vi (notera att V i Arkimedes princip är det undanträngda vattnets volym)

$$mg = \rho V g = \rho A x g$$

$$\Rightarrow x = \frac{m}{\rho A} = \frac{2 \cdot 10^3}{998 \cdot 6{,}0 \cdot 1{,}5}\ \mathrm{m} = 0{,}22\ \mathrm{m}.$$

(b) När flytbryggan är helt nedsjunken i vattnet är lyftkraften

$$F_{\mathrm{L}} = \rho V g = 998 \cdot 6{,}0 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}40 \cdot 9{,}82\ \mathrm{N} = 35{,}3 \cdot 10^3\ \mathrm{N},$$

eftersom den undanträngda vattenvolymen nu är lika stor som flytbryggans volym. Varje gäst har tyngden $mg = 75 \cdot 0{,}82\ \mathrm{N} = 737\ \mathrm{N}$. Flytbryggan själv har tyngden $2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 9{,}82\ \mathrm{N} = 19{,}6 \cdot 10^3\ \mathrm{N}$. Antalet gäster som flytbryggan kan bära blir alltså

$$\frac{(35{,}3 - 19{,}6) \cdot 10^3\ \mathrm{N}}{737\ \mathrm{N}} = 21$$

Svar: (a) 22 cm (b) 21 st (20 st om man vill vara på den säkra sidan).

7.10 Om ballongen svävar fritt är lyftkraften lika stor som tyngdkraften som verkar på ballongen med innesluten varmluft ($F_{\mathrm{L}} = F_{\mathrm{g}}$). Med hjälp av Arkimedes princip kan F_{L} beräknas (5,89 kN). Hur stor är då massan hos ballongen med innesluten luft? (600 kg) Hur stor är den inneslutna luftens massa? (375 kg) Vad väger då resten?

7.11 Tänk på att

$$\text{temperaturen i K} = \text{temperaturen i}\ ^\circ\mathrm{C} + 273.$$

7.12 (a) Använd att den genomsnittliga rörelseeenergin i en ideal gas ges av $\frac{3}{2}kT$, där k är Boltzmanns konstant. (b) Tänk på att ett föremåls rörelseenergi alltid ges av $W_{\mathrm{k}} = \frac{mv^2}{2}$.

7.13 Använd att den genomsnittliga rörelseeenergin i en ideal gas ges av $\frac{3}{2}kT$, där k är Boltzmanns konstant.

7.14 (a) Använd att den genomsnittliga rörelseeenergin i en ideal gas ges av $\frac{3}{2}kT$, där k är Boltzmanns konstant. Tänk sedan på att ett föremåls rörelseenergi alltid ges av $W_k = \frac{mv^2}{2}$. Observera att det är tryckfel i uppgiften/facit här. För att få facit-svaret (480 m/s) måste temperaturen vara -14 °C. (b) Som (a), fast tvärtom.

7.15 (a) Använd att $\frac{pV}{T}$ är konstant för en given gasmängd. Detta innebär att $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ när gasen tas från ett tillstånd 1 till ett annat tillstånd 2. Tänk på att temperaturen måste anges i K! (b) I "normaltillståndet" är trycket $p = 101{,}3$ kPa och temperaturen $T = 273$ K.

7.16 Ställ upp sambandet $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ och använd att $V_2 = 1{,}03V_1$ (volymen har ju ökat med 3 %). Tänk på att temperaturen måste anges i K!

7.17 Ställ upp sambandet $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ och använd att $V_2 = V_1$ (behållarens volym ändras ej). Tänk på att temperaturen måste anges i K!

7.18 (a) Ställ upp sambandet $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ och använd att $V_2 = V_1$ (kylskåpets volym ändras ej). Tänk på att temperaturen måste anges i K! (b) Sambandet ovan gäller bara så länge gasmängden inte förändras. Om inte kylskåpet är helt tätt så är så inte fallet. (c) Om trycket är lägre på insidan kommer tryckkraften på dörren från luften utanför att vara större än tryckkraften på dörren från nluften innuti.

7.19 Uppgiften bör tolkas som att trycket i en ballong behöver vara 150 kPa för att volymen ska bli 4,0 dm^3. Ställ upp sambandet $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ och använd att $T_2 = T_1$ (gasens temperatur ändras ej). Den nya volymen V_2 är summan av alla ballongers volym och gasflaskans volym (när den sista ballongen är uppblåst är trycket i alla ballonger, och i gasflaskan, 150 kPa). Tänk på att temperaturen måste anges i K!

7.20 Värme överförs alltid från föremålet med högre temperatur till föremålet med lägre temperatur.

7.21 (a) Händernas inre energi ökar på grund av ett arbete uträttas på dem. (b) Händernas inre energi ökar på grund av att värme överförs till dem. (c) Tändstickans inre energi ökar genom att ett arbete uträttas på den. (d) Den brända kroppsdelens inre energi ökar på grund av att värme överförs till den. (e) Händernas inre energi ökar på grund av ett arbete uträttas på dem.

7.22 Ett system (till exempel en kopp med varmt vatten) kan ha inre energi, men det kan inte ha värme. Värme är energi som överförs från ett system till ett annat.

7.23 Energin som krävs är $Q = cm\Delta T$, där $\Delta T = (95 - 10)\ \mathrm{K} = 85K$.

7.24 Beräkna först hur stor energimängd som krävs för att värma vattnet (1 liter = 10^{-3} m^3). Denna energimängd ska omvandlas under tiden 3 600 s (1 h = 3 600 s). Hur stor måste då effekten $P = \frac{W}{t}$ vara?

7.25 Fullständig lösning:
(a) För att höja vattnets temperatur krävs måste värmet

$$Q_1 = cm\Delta T = 4180 \cdot 1{,}10 \cdot (95-15)\ \mathrm{J} = 3{,}68 \cdot 10^5\ \mathrm{J}$$

tillföras. För att höja kastrullens temperatur måste värmet

$$Q_2 = 900 \cdot 0{,}45 \cdot (95-15)\ \mathrm{J} = 0{,}32 \cdot 10^5\ \mathrm{J}$$

tillföras (specifika värmekapaciteten för aluminium fås från formelsamlingen). Energin som krävs är alltså

$$W = Q_1 + Q_2 = (3{,}68 + 0{,}32) \cdot 10^5\ \mathrm{J} = 4{,}0 \cdot 10^5\ \mathrm{J}.$$

(b) Tiden fås ur

$$P = \frac{W}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{W}{P}$$

$$= \frac{4{,}0 \cdot 10^5\ \mathrm{J}}{2{,}0 \cdot 10^3\ \mathrm{W}} = 200\ \mathrm{s} = 3{,}3\ \mathrm{min}.$$

(c) Om uppvärmningen tar 4,0 min (= $4{,}0 \cdot 60$ s = 240 s så tillförs energimängden

$$W = Pt = 2{,}0 \cdot 10^3\ \mathrm{W} \cdot 240\ \mathrm{s} = 4{,}8 \cdot 10^5\ \mathrm{J}.$$

Energiförlusten är då $(4{,}8 - 4{,}0) \cdot 10^5\ \mathrm{J} = 0{,}8 \cdot 10^5\ \mathrm{J}$
Svar: (a) 0,40 MJ (b) 3,3 min (c) 0,08 MJ.

7.26 Hur många kg luft behöver värmas varje timme? (468 kg) Hur stor energimängd måste tillföras för att värma denna luftmängd? (7,02 MJ) Hur stor effekte måste då utvecklas?

7.27 (b) Rimliga antaganden kan vara att vattnets temperatur måste höjas från 5 °C, att duschen ger 10 l/min och att energikostnaden är 1 kr/kWh (observera att 1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J. Med dessa siffror och uppgifterna i texten blir kostnaden för en dusch 3,3 kr.

7.28 Använd att $Q = C\Delta T$.

7.29 Värmet som avges vid smältningen är $Q = l_s m$. Vid avsvalningen avges sedan värmet $Q = cm\Delta T$. Smältentalpitet l_s och specifik värmekapacitet c för järn finns i formelsamlingen.

7.30 (a) Använd $Q = l_s m$. (b) Använd $Q = cm\Delta T$. (c) Använd $Q = l_å m$.

7.31 Friktionsvärmeenergin som utvecklas vid inbromsningen är lika med minskningen av åkarens rörelseenergi. (1,67 kJ) Hälften av detta tillförs isen. ($Q = 0{,}50 \cdot 1{,}67\ \mathrm{kJ} = 0{,}83\ \mathrm{kJ}$). Massan smält is kan sedan fås med $Q = l_s m$.

7.32 Hur mycket energi kan vattnet och bägaren avge som mest, det vill säga om temperaturen sänks från 18 °C till 0 °C? Hur mycket energi måste tillföras isen om den först ska värmas till 0 °C och sedan smälta? Om all is skall smälta måste den förra energimängden vara större än den senare. Är den det?

7.33 (a) Räkna på vad som händer under en minut. Den till kraftverket tillförda energin är lika stor som lägesenergin hos 43 ton vatten på höjden 28 m ovanför 0-nivån. (11,8 MJ) Beräkna sedan den från kraftverket levererade, nyttiga energin (10,0 MJ) och slutligen effekten (tänk på att vi räknat på vad som händer under en minut). (b) Hur många sekunder går det på ett år? ($3{,}15 \cdot 10^7$ s)

7.34 Texten innebär att den nyttiga energin är 26 kJ. Hur stor är då den tillförda energin? (96,3 kJ) Den sökta energimängden är differensen mellan den tillförda och den nyttiga energin.

7.35 (a) Hur stor är vattenkokarens nyttiga effekt? (576 W) Hur stort värme måste tillföras Rustans vatten för att öka temperaturen 82 K? (274 kJ) Hur lång tid tar det att tillföra denna energimängd om effekten är 576 W? (475 s) (b) Hur stort värme måste tillföras vattnet för att förånga det? (1,80 MJ) Hur lång tid tar det att tillföra denna energimängd om effekten är 576 W? (3 130 s)