

NSZ

Zwischenmatur 2012
Naturwissenschaften, Grundlagenfach Physik
Lehrer: Peter Senn 80 min.

Name: Nachname:

Hinweise:

1. Falls nicht anders erwähnt, werden bei Berechnungen der Lösungsweg und die numerische Lösung verlangt.
2. Algebraische Lösungen dürfen (als Buchstaben) Grössen enthalten, die in vorangehenden Teilaufgaben berechnet wurden.
3. Die Fallbeschleunigung sei stets 10 m/s^2 .
 - Die Lösungen sollten aufs Aufgabenblatt geschrieben werden. Falls der Platz nicht ausreicht, sollen die Zusatzblätter am Schluss verwendet werden.
 - Ergebnisse sollen doppelt unterstrichen werden.
 - Bitte keinen Schreibstift mit roter Farbe verwenden!

max. 90 P

Teil A:**Aufgabe A.1:** (10 Punkte)*

Welche Assoziationen hast du? Mache eine optimale Zuordnung der Terme, Formeln und Aussagen A, B, und O. Die Symbole A, B, C, und O sollen „optimal“ in die schattierte Kolonne platziert werden.

Gegeben	Zuordnung von A, B, oder O
$\frac{1}{2} (v_o + v_E)$	
$\frac{1}{2} D y^2$	
$11'340 \text{ kg/m}^3$	
$v_o t + \frac{1}{2} a t^2$	
$\Delta\varphi / \Delta t$	
$3\alpha V_o \Delta T$	
$F = D y$	
$m \cdot L_f$	
$m v^2 / r$	
917 kg/m^3	
$m \cdot v$	
$m g h$	
1000 kg/m^3	
$\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n_2 / n_1$	
$m g \sin \alpha$	

- A: Dichte von Eis
- B: Lageenergie (potentielle Energie)
- C: Energie, die in einer gespannten Feder gespeichert ist
- D: Winkelgeschwindigkeit
- E: Hangabtriebskraft (Parallelkraft) auf einer schiefen Ebene
- F: Dichte von Blei
- G: Wegstrecke bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung
- H: Kraft einer gespannten oder komprimierten Feder
- I: Mittlere Geschwindigkeit bei einer beschleunigten Bewegung
- J: Volumenausdehnung eines Festkörpers (bei Erwärmung)
- K: Impuls
- L: Dichte von Wasser
- M: Brechung
- N: Zentripetalkraft
- O: Schmelzen eines Festkörpers

* Die ersten fünf richtigen Zuordnungen werden nicht gezählt.

Teil B: Kurzaufgaben: (max. 6 Punkte pro Aufgabe)

Löse **höchstens fünf** der acht Kurzaufgaben B.1 – B.8. Die drei „abgewählten“ Aufgaben müssen **gut sichtbar durchkreuzt** werden. Andernfalls werden die ersten fünf Aufgaben bewertet.

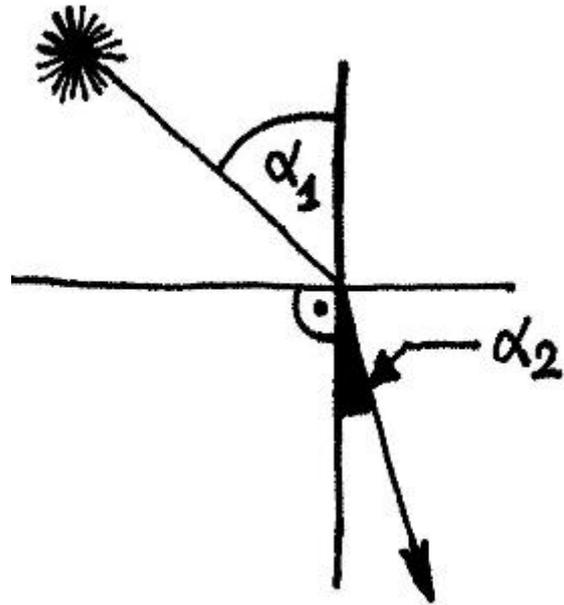
B.1. Wir leben in einer 6 kW-Gesellschaft. D.h. dass der Verbrauch an Primärenergie pro Kopf so ist, als ob für jeden Einwohner der Schweiz rund um die Uhr eine Maschine läuft, der 6 kW Leistung zugeführt werden muss. Pro Stunde würde eine solche Maschine 6 kWh an Energie verbrauchen. In der Schweiz, mit rund 7.0 Mio. Einwohnern, werden pro Jahr rund 65 Milliarden kWh elektrische Energie verbraucht. Wir nehmen an, dass für die Herstellung der 70 Milliarden kWh elektrische Energie 130 Milliarden kWh Primärenergie (Wärme) erforderlich sind. Beantworte folgendes:

a) Warum benötigt man für die Herstellung von elektrischer Energie das Doppelte an Primärenergie? Antwort in max. drei kurzen Sätzen!
(2 P).

b) Wie viele Milliarden kWh Primärenergie benötigen die 7 Mio. Einwohner der Schweiz in einem Jahr?
(2 P).

c) Wie viele Prozent der in der Schweiz verbrauchten Primärenergie dienen der Herstellung von elektrischer Energie?
(2 P).

- B.2.** Ein monochromatischer* Lichtstrahl taucht, von der Luft her kommend, in eine Flüssigkeit. Der Einfallswinkel α_1 ist gleich 60° und der Brechungswinkel α_2 ist gleich 41° .



- a.1) Wie gross ist die Brechzahl der Flüssigkeit? (algebraisch) (1 P).
- a.2) Brechzahl der Flüssigkeit (numerisch) (1 P).
- b) Wie schnell breitet sich der Lichtstrahl in der Flüssigkeit aus? (2 P).
- c) Die Frequenz der Strahlung ist in der Flüssigkeit gleich gross wie in der Luft. Ist die Wellenlänge ebenfalls gleich oder ist sie unterschiedlich? Antwort in max. drei kurzen Sätzen. Richtig nur mit Begründung! (2 P).

* einfarbig

B.3. Ein Hochgeschwindigkeitszug fährt bei einer Testfahrt mit einer Bahngeschwindigkeit von 315 km/h durch eine Kurve. Ein Messgerät misst eine Querschleunigung (Zentripetalbeschleunigung) von 1.7 m/s^2 .

a) Wie gross ist der Krümmungsradius der Kurve? (algebraisch) (3 P).

b) Krümmungsradius der Kurve: (numerisch) (3 P).

B.4. Wie gross ist die Aufprallgeschwindigkeit eines Balls auf dem Boden, wenn man ihn aus einer Höhe von 80 cm über dem Boden

a) fallen lässt? (2 P).

b) mit einer Abwurfgeschwindigkeit von 3.0 m/s vertikal nach unten wirft? (2 P).

c) mit einer Abwurfgeschwindigkeit von 3.0 m/s in horizontaler Richtung wirft? (2 P).

- B.5.** Ein Tüftler erzählt einem Fluglehrer, dass er sich Gedanken macht über eine Ausstattung für Segelflugzeuge für den Nachtflug, mit Bodenradar und Nachtsichtgerät. Der Fluglehrer sagt, dass Segelflugpiloten vornehmlich bei Sonnenschein fliegen, weil sie sich dann lange in der Luft halten können indem

Ergänze obigen Dialog mit max. vier kurzen Sätzen. Die verwendeten Argumente sollen sich auf die Atmosphärenphysik beschränken. (6 P).

- B.6.** Im Spätwinter scheint die Sonne auf ein verschneites Schrägdach. Von der Dachrinne tropft Schmelzwasser in eine anfangs leere Regentonne mit einem Fassungsvermögen von 80 Liter. Sie ist nach 2.0 h randvoll mit Schmelzwasser gefüllt. Welche Strahlungsleistung wird vom Schnee auf dem Dach absorbiert? (6 P).

B.7. Wie viele Gramm schmelzendes Eis muss in ein dünnwandiges Gefäss mit einem 0.50 Liter siedendes Wasser (100°C) geschüttet werden, damit eine Mischtemperatur von 50°C resultiert? (6 P).

B.8. Ein 2.4t schwerer Kleinlastwagen und ein 800kg schwerer Kompaktwagen kollidieren frontal. Unmittelbar vor dem Aufprall fahren die Fahrzeuge mit entgegengesetzt gleich grossen Geschwindigkeiten von 90 km/h . Nach der Kollision bewegen sich beide Fahrzeuge gemeinsam als ein „Blechhaufen“ weiter.

a) Wie gross ist die gesamte Bewegungsenergie der Fahrzeuge vor dem Zusammenstoss? (1 P).

- b) Wie gross ist der Gesamtimpuls beider Fahrzeuge vor dem Zusammenstoss? (1 P).
- c) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich der „Blechhaufen“ nach dem Stoss? (2 P).
- d) Wie viel Prozent der Bewegungsenergie vor dem Stoss ist nach dem Stoss noch im „Blechhaufen“ vorhanden? (2 P).

Teil C: Ausführliche Aufgaben**Aufgabe C.1:** (9 Punkte)

Ein quaderförmiges Floss mit einer Grundfläche von 12 m^2 schwimmt auf dem Wasser. Die Grundfläche liegt 18 cm unterhalb von der Wasseroberfläche. Das Deck liegt 8 cm über der Wasseroberfläche.

a) Wie gross ist der Schweredruck des Wassers auf der Unterseite des Flosses?
(3 P).

b) Wie gross ist die Gewichtskraft des Flosses? (3 P).

c) Wie viele kg Kies könnte man aufs Floss schütten, ohne dass das Deck geflutet wird?
(3 P).

Aufgabe C.2: (11 Punkte)

Ein Passagierflugzeug mit einer Gewichtskraft von 4.0 MN fliegt im Landeanflug in horizontaler Richtung mit einer konstanten Geschwindigkeit von 630 km/h . Das Flugzeug erfasst einen Richtstrahl von der Landepiste mit einem Neigungswinkel von 6° . Das Flugzeug schwenkt auf den Richtstrahl, ohne den Betrag seiner Geschwindigkeit zu ändern.



a) Wie gross ist die Sinkgeschwindigkeit, wenn das Flugzeug dem Richtstrahl folgt? (3 P).

b) Beim Horizontalflug war die, für die Aufrechterhaltung der Bewegung erforderliche Schubkraft der Triebwerke, gleich 480 kN . Bestimme zu welchem Thema der Mechanik das vorliegende Problem einen engen Bezug hat und erkläre möglichst präzise wie man die Schubkraft der Triebwerke für die gleichförmige Bewegung entlang dem Richtstrahl berechnen kann. (Max. vier kurze Sätze). (3 P).

c.1) Bestimme die für die gleichförmige Bewegung auf dem Richtstrahl erforderliche Schubkraft. (algebraisch) (3 P).

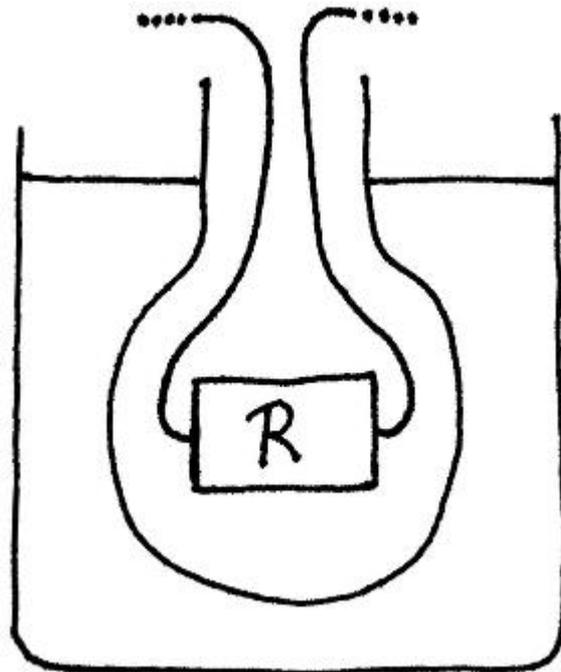
c.2) Schubkraft: (numerisch) (2 P).

Aufgabe C.3: (20 Punkte)

Eine 60 W-Glühbirne wird teilweise in einen mit 300 g Wasser gefüllten dünnwandigen Glasbecher getaucht. Wenn die Glühbirne ans Netz (230 V) angeschlossen wird, steigt die Temperatur des Wassers um 2.7°C pro Minute.

Für die Anordnung soll folgendes Modell gelten:

- Die Glühbirne wandelt die aufgenommenen 60 W elektrische Leistung einerseits in eine Heizleistung, P_{Heiz} (Wärmestrahlung), die vollständig vom Wasser absorbiert wird.
- Der Rest der aufgenommenen elektrischen Leistung wird in eine Strahlungsleistung, P_{Nutz} (sichtbares Licht), verwandelt, die aus dem Glasbecher entweicht.



- a) Vervollständige oben stehende gegenständliche Skizze durch eine Spannungsquelle (dargestellt als Batterie), sowie ein Volt- und ein Amperemeter, dargestellt mit korrekten Schaltsymbolen. (2 P).
- b) Welche Stromstärke misst das Amperemeter? (3 P).

- c) Wie gross ist die Heizleistung, P_{Heiz} ? (3 P).
- d) Wie gross ist die Nutzleistung, P_{Nutz} ? (3 P).
- e) Wie gross ist der Wirkungsgrad der Glühbirne? (3 P).
- f) Wie lang ist der Glühdraht aus Wolfram in der Glühbirne mit einer Querschnittsfläche von 0.00031 mm^2 und $\rho_e = 70 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$? (6 P).

Aufgabe C.4: (10 Punkte)

Die Batterie eines Elektromobils besteht aus neun Modulen mit 12V Spannung. Das ganze System speichert 27 MJ elektrische Energie, wenn es voll aufgeladen ist.

- a) Beim Aufladen werden die 12V-Module parallel geschaltet und es fliesst ein Strom von insgesamt 81 A. Wie lange dauert das Aufladen? (2 P).

b) Für den Betrieb des Antriebsmotors werden die neun 12 V-Module in Serie geschaltet, so dass sich eine Spannung von 108 V ergibt. Wenn das Fahrzeug mit 75 km/h fährt, so fließt durch die Serienschaltung der 12 V-Module ein Strom von 70 A.

b.1. Welche elektrische Leistung wird dem Elektromotor zugeführt? (2 P).

b.2. Wie lange kann die anfänglich vollständig aufgeladene Batterie diese Leistung erbringen? (2 P).

b.3. Wie viele Kilometer misst die Reichweite des Fahrzeugs mit einer vollständig aufgeladenen Batterie? (2 P).

b.4. Wie gross ist der Fahrwiderstand des Fahrzeugs bei einer Geschwindigkeit von 75 km/h in Newton, wenn der Elektromotor die zugeführte elektrische Energie mit einem Wirkungsgrad von 75% in mechanische Energie verwandelt? (2 P).

Zusatzblatt A: Für Notizen! Nur im Notfall zum Lösen von Aufgaben verwenden, wobei dann die Nummern der Aufgaben klar ersichtlich gekennzeichnet und Lösungen verschiedener Aufgaben durch waagrechte Striche voneinander getrennt werden sollen. Auf den zugehörigen Aufgaben bitte vermerken „Auf Zusatzblatt A gelöst“.

Zusatzblatt B: Für Notizen! Nur im Notfall zum Lösen von Aufgaben verwenden, wobei dann die Nummern der Aufgaben klar ersichtlich gekennzeichnet und Lösungen verschiedener Aufgaben durch waagrechte Striche voneinander getrennt werden sollen. Auf den zugehörigen Aufgaben bitte vermerken „Auf Zusatzblatt B gelöst“.

Zusatzblatt C: Für Notizen! Nur im Notfall zum Lösen von Aufgaben verwenden, wobei dann die Nummern der Aufgaben klar ersichtlich gekennzeichnet und Lösungen verschiedener Aufgaben durch waagrechte Striche voneinander getrennt werden sollen. Auf den zugehörigen Aufgaben bitte vermerken „Auf Zusatzblatt C gelöst“.

Musterlösungen:

A.1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	C	F	G	D	J	H	O	N	A	K	B	L	M	E

B.1a) Elektrische Energie wird in thermischen Kraftwerken aus Wärme hergestellt. Nur rund ein Drittel der Wärme kann in mechanische Energie verwandelt werden \leftarrow 2. Hauptsatz!

b) $7 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 25 \text{ kWh} = \underline{\underline{3,7 \cdot 10^2 \text{ Mia. kWh}}}$

c) $130 \text{ Mia. kWh} \hat{=} \underline{\underline{35\%}}$ von $3,7 \cdot 10^2 \text{ Mia. kWh}$

B.2a.1) $\underline{\underline{n = n_2 = \sin \alpha_1 / \sin \alpha_2}}$

a.2) $n = \sin 60^\circ / \sin 41^\circ = \underline{\underline{1,32}}$

b) $c_2 = c_0 / n = (3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}) / 1,32 = \underline{\underline{2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}}$

c) Es gilt $\lambda_1 = c_0 / f$ und $\lambda_2 = c_2 / f$. Weil $c_2 < c_1$ gilt $\underline{\underline{\lambda_2 < \lambda_1}}$. In der Flüssigkeit ist die Wellenlänge kleiner als in der Luft.

B.3a) $a_{zp} = v^2 / r \rightarrow \underline{\underline{r = v^2 / a_{zp}}}$

b) $r = [(315 / 3,6)^2 / 1,7] \text{ m} = \underline{\underline{4,5 \text{ km}}}$

B.4a) Energiesatz: $\frac{1}{2} m v^2 = m g h \rightarrow v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} \text{ m/s} = \underline{\underline{4,0 \text{ m/s}}}$

b) Energiesatz: $\frac{1}{2} m v^2 = m g h + \frac{1}{2} m v_0^2 \rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2 g h} = \sqrt{3^2 + 2 \cdot 10 \cdot 0,8} \text{ m/s} = \underline{\underline{5,0 \text{ m/s}}}$

c) Gleich wie Teil (b) der Aufgabe $\rightarrow \underline{\underline{v = 5,0 \text{ m/s}}}$

B.5) Bei Sonneneinstrahlung¹⁸ wird die Luft über dem Erdboden erwärmt. Dadurch dehnt sie sich aus und sie steigt infolge geringerer Dichte nach oben. Die Segelflieger nutzen diese Aufwinde, um sich in der Luft zu halten.

$$B.6) P = \Delta Q / \Delta t = \Delta m L_f / \Delta t = \rho_w \Delta V L_f / \Delta t \\ = [1000 \cdot 0.080 \cdot 333'800 / (2 \cdot 3600)] W = \underline{\underline{3.7 kW}}$$

$$B.7) m_1 c \cdot 50K = m_2 L_f + m_2 \cdot c \cdot 50K \rightarrow m_2 = \frac{m_1 c \cdot 50K}{L_f + c \cdot 50K} \\ = \frac{0.5 \cdot 4182 \cdot 50}{333'800 + 4182 \cdot 50} \text{ kg} = \underline{\underline{1.9 \cdot 10^2 \text{ g}}}$$

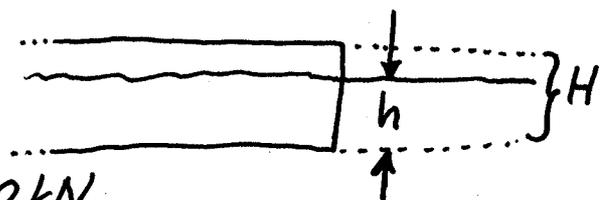
$$B.8a) E_{kin} = \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 = \frac{m_1 + m_2}{2} v^2 \\ = \frac{2400 + 800}{2} \cdot (90/3.6)^2 \text{ J} = \underline{\underline{1.0 \text{ MJ}}}$$

$$b) p_{tot} = m_1 v - m_2 v = (m_1 - m_2) v = (2400 - 800) \cdot \\ (90/3.6) \text{ N} \cdot \text{s} = \underline{\underline{40 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}}}$$

$$c) v' = p_{tot} / (m_1 + m_2) = \frac{40 \cdot 10^3}{2400 + 800} \text{ m/s} = \underline{\underline{12.5 \text{ m/s}}} \\ = \underline{\underline{45 \text{ km/h}}}$$

$$d) E_{kin}' = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) (v')^2 = \frac{1}{2} (2400 + 800) \cdot (12.5)^2 \text{ J} \\ = 0.25 \text{ MJ} \rightarrow \text{noch } \underline{\underline{25\%}}$$

$$C.1a) p_s = \rho_w g h = 1000 \cdot 10 \\ \cdot 0.18 \text{ Pa} = 1.8 \text{ kPa}$$



$$b) F_G = p_s \cdot A = 1800 \cdot 12 \text{ N} = \underline{\underline{22 \text{ kN}}}$$

$$c) m_{Nutz} \cdot g / A = \rho_w g (H - h) \rightarrow m_{Nutz} = A(H - h) \cdot \rho_w \\ = 12 (0.08) \cdot 1000 \text{ kg} = \underline{\underline{9.6 \cdot 10^2 \text{ kg}}}$$

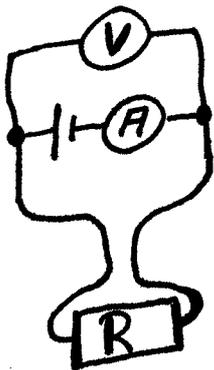
C. 2a) $v_{\text{sink}} = v \cdot \sin 6^\circ = (630 \text{ km/h}) \cdot \sin 6^\circ = \underline{\underline{66 \text{ km/h}}}$

b) Die Aufgabenstellung hat einen Bezug zum Thema „schiefe Ebene“. Bei gleichbleibender Geschwindigkeit muss die Antriebskraft gleich bleiben. Im Sinkflug übernimmt die Hangabtriebskraft (Parallelkraft) einen Teil des Antriebs. Den Rest müssen die Triebwerke aufbringen.

c.1) $F_{\text{Schub}} = 480 \text{ kN} - \underline{F_G \cdot \sin 6^\circ}$

c.2) $F_{\text{Schub}} = 480 \text{ kN} - 4.0 \text{ MN} \cdot \sin 6^\circ = 62 \text{ kN}$

C. 3a)



b) $I = P/U = [60/230] \text{ A} = \underline{\underline{0.26 \text{ A}}}$

c) $P_{\text{Heiz}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} =$

$0.3 \cdot 4182 \cdot \frac{2.7}{60} \text{ W} = \underline{\underline{56 \text{ W}}}$

d) $P_{\text{Nutz}} = P_{\text{zu}} - P_{\text{Heiz}} = 60 \text{ W} - 54 \text{ W}$
 $\approx 3.54 \text{ W} \rightarrow \underline{\underline{4 \text{ W}}}$

e) $\eta = \frac{P_{\text{Nutz}}}{P_{\text{zu}}} \cdot 100\% = \frac{3.54}{60} \cdot 100\% = \underline{\underline{6\%}}$

f) $R = U^2/P = (230^2/60) \Omega = 0.882 \text{ k}\Omega$
 $= \rho_e L/A \rightarrow L = RA/\rho_e = [882 \cdot 0.00031 \cdot 10^{-6} / (70 \cdot 10^{-8})] \text{ m} = \underline{\underline{39 \text{ cm}}}$

C. 4a) $P \cdot \Delta t = U \cdot I \cdot \Delta t = 27 \text{ MJ} \rightarrow \Delta t = 27 \text{ MJ} / (U \cdot I)$
 $= [27 \cdot 10^6 / (12 \cdot 81)] \text{ s} = 28 \cdot 10^3 \text{ s} = \underline{\underline{7.7 \text{ h}}}$

b.1) $P_{\text{zu}} = U \cdot I = 108 \cdot 70 \text{ W} = \underline{\underline{7.6 \text{ kW}}}$

b.2) $P_{\text{zu}} \cdot \Delta t = 27 \text{ MJ} \rightarrow \Delta t = 27 \text{ MJ} / P_{\text{zu}} = [27 \cdot 10^6 / 7560] \text{ s} = \underline{\underline{3.6 \cdot 10^3 \text{ s}}} = \underline{\underline{0.99 \text{ h}}}$

$$b.3) s = v \cdot \Delta t = (75 \text{ km/h}) \cdot 0.99 \text{ h} = \underline{\underline{74 \text{ km}}}$$

$$b.4) F \cdot s = 27 \text{ MJ} \cdot 0.75 = 20.25 \text{ MJ} \rightarrow$$

$$F = 20.25 \text{ MJ/s} = [20.25 \cdot 10^6 / (74 \cdot 10^3)] =$$
$$\underline{\underline{0.27 \text{ kN}}}$$