

Fysik

Jakob Tigerström/Eric Johansson

September 27, 2015

Contents

1	TODO	3
2	Prefix	3
3	SI-Systemet	4
3.1	Längd (l, s)- meter (m)	4
3.2	Massa (m)- kilogram (kg)	4
3.3	Tid (t)- Sekunder (s)	5
3.4	Elektrisk ström (I) - ampere (A)	5
3.5	Temperatur (T) - Kelvin (K)	5
3.6	Ljusstyrka (I) - candela (cd)	5
3.7	Substandsmängd (n) - mol (mol)	6
3.8	Härledda enheter	6
4	Ränte exempel	7
4.1	Beräkna area på oljefläck	7
4.2	Massa/volym	7
4.3	Densitet på en kula/sfär	8
4.4	Thomaskorv	8
4.5	Uppskatta luftens massa i en sal	8
5	Viktig regel	9
5.1	EX1	9
6	Övningar	9
6.1	Densitet	9
6.2	Mätning	9
7	Repetition	9
7.1	Tyngd(tyngdkraft)	9
7.1.1	Newtons allmänna gravitationslag	9
7.1.2	EX1	10

7.1.3	EX2	10
7.2	Normalkraft	10
7.3	Spännkraft(linkraft)	10
7.4	Friktionskraft	10
8	Uppgifter	11
8.1	Rörelse 3	11
8.2	Uppgift 34 i Fysik	12
9	EX1	12
10	EX2	12
11	Newtons Lagar	12
11.1	Tröghetslagen	12
11.2	Kraftlagen	12
11.3	Lagen om verkan och motverkan	13
11.3.1	EX1	13
11.4	EX1	13
12	Lutande plan	13
13	Newtons andra lag	13
13.1	EX1	14
13.2	EX2	14
13.3	EX3	14
14	Trigonometri	14
14.1	Exempel på nästan allt	14
15	Rörelselagar	15
15.1	EX1	16
15.2	EX2	17
16	Föreläsning 23/9	17
16.1	Uppgifter	17

1 TODO

- Fyll på SI-Systemet
- Skriv fler föreläsningar
- Strukturera upp föreläsningarna med section/subsection
- Lägg in uppgifts pappren
- Skriv snyggare i allmänhet
- Skriv mer om massa enhet
- Gör om grafen i 14.1
- Byt ut alla eps bilder till Tikz kod

2 Prefix

Femto	f	10^{-15}
Piko	p	10^{-12}
Nano	n	10^{-9}
Mickro	μ	10^{-6}
Milli	m	$0,001 = 10^{-3}$
Centi	c	$0,01 = 10^{-2}$
Deci	d	$0,1 = 10^{-1}$
Deka	da	$10 = 10^1$
Hekto	h	$100 = 10^2$
Kilo	k	$1000 = 10^3$
Mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Tera	T	10^{12}
Peta	P	10^{15}
Exa	E	10^{18}
Zetta	Z	10^{21}
Yotta	Y	10^{24}

3 SI-Systemet

SI-Systemet är en internationell standard för måttenheter och prefix. SI-Systemet består av 7 storheter som har en enhet som är noggrant definierad. Det finns även ett antal härledda enheter från SI-Systemet. SI-Systemet består av följande storheter:

- längd (l,s)
- massa (m)
- tid (t)
- elektrisk ström (I)
- temperatur (K)
- ljusstyrka (I)
- substansmängd (n)

3.1 Längd (l, s)- meter (m)

Från början var en metern definierad av distansen mellan Nordpolen och ekvatorn så man bestämde var 10^7 meter. Man gjorde kopior på metern som kallas arkivmetern. 1 meter är den sträcka som ljuset rör sig i vakum på $\frac{1}{299792458}$ sekund.

3.2 Massa (m)- kilogram (kg)

Från en början (år 1793) var måttenheten för massa grave och definitionen var $1dm^3$ vid $0^\circ C$ är 1 grave. Dock ansågs det att grave var för stor enhet att mäta i och då skapades gramme vilket är en tusendel av 1 grave. Men dem insåg att gramme var för liten enhet att mäta i så dem återvände till grave, dock kunde det inte heta grave. Utan fick namnet kilogramme, 1000 gramme, och är den enda enheten i SI-Systemet med ett prefix.

År 1799 definierades kilogram till att 1 liter vatten vid $4^\circ C$ har massan 1kg. $4^\circ C$ är den temperaturen då vattnet är som "kompakt"/densitet. Sedan skapades en ren platinum-cylinder med samma vikt som definitionen för massa och placerades ut i arkiv runt om i världen.

År 1889 uppggraderades cylindern till en platinum-iridium-mixad cylinder med samma massa och placerades ut i arkiv runt om i världen.

År 1948 så samlades alla cylindrar för att vägas och det visade sig att massan hade ändrats med tiden.

År 1992 vägdes samtliga cylindrar igen och massan hade fortsatt sin förändring.

Massan är den enda enheten i SI-Systemet som har en fysisk definition, för tillfället.

Man håller på att göra en sfär av materialet silikon-28 med massan 1kg. När den är skapad så kommer man räkna ut antalet silikon-28 atomer vilket kommer bilda den nya definitionen av massa.
<https://www.youtube.com/watch?v=ZMByI4s-D-Y>

3.3 Tid (t)- Sekunder (s)

Idag är definitionen att 1 sekund är varaktigheten av 9 192 631 770 perioder av den strålning som motsvarar övergången mellan de två hyperfinnivåerna i grundtillståndet hos atomen cesium-133 (atomur).

Ursprungligen var sekunden $\frac{1}{24 \cdot 60 \cdot 60}$ del av medelsoldygnet.

3.4 Elektrisk ström (I) - ampere (A)

1 ampere är storleken av den konstanta elektriska ström som, då den genomflyter två parallella, raka ledare med oändlig längd och försumbar cirkulärt tvärsnitt och placeras på ett avstånd från varandra av 1 meter i vakuum, mellan dessa ledare åstadkommer en kraft lika med $2 \cdot 10^{-7}$ newton per meter av ledarens längd.

3.5 Temperatur (T) - Kelvin (K)

1 Kelvin är bråkdelen $\frac{1}{273,16}$ av den termodynamiska temperaturen vid vattnets trippelpunkt.

3.6 Ljusstyrka (I) - candela (cd)

1 candela är ljusstyrkan i en given riktning hos en monokromatisk strålning vars frekvens är $540 \cdot 10^{12}$ hertz vars strålningsstyrka i denna riktning är $\frac{1}{683}$ watt per steradian.

3.7 Substansmängd (n) - mol (mol)

1 mol är substansmängden i ett system innehållande lika många systemelement som det finns atomer i 0,012kilogram kol-12. Antalet är Avogadros tal $6,022 \cdot 10^{23}$ per mol.

3.8 Härledda enheter

Nedan listast några av de härledda enheterna som används mycket inom fysik.

Storhet	Härledd enhet	Beteckning	Samband med grundenhet
Area, A	1 kvadratmeter	1m^2	1m^2
Densitet, ρ	1kg per kubikmeter	$1\text{kg}/\text{m}^3$	$1\text{kg}/\text{m}^3 = 1\text{kg} * \text{m}^{-3}$
Hastighet, v	1 meter per sekund	1 m/s	$1\text{m}/\text{s} = 1 \text{ m} * \text{s}^{-1}$
Acceleration, a	1 meter per sekundtvå	$1\text{m}/\text{s}^2$	$1\text{m}/\text{s}^2 = 1 \text{ m} * \text{s}^{-2}$
Volym, v	1 kubikmeter	1 m^3	1 m^3
Kraft F	1 newton	1N	$1\text{N} = 1 \text{ kg} * \text{m} * \text{s}^{-2}$

4 Räknte exempel

Nedan listast några räkne exempel som tagits upp på lektionstid och använder SI-Systemet och de härledda enheterna.

4.1 Beräkna area på oljefläck

Vid en olje tanks rensning spreds 340 dm^3 olja ut på ett tunnt skikt på vattenytan. Oljeskiktet var 2.5nm tjockt.

Hur stor area hade oljebältet.

Storhet	Beteckning	Enhet	Beteckning
Längd	l	meter	m
Massa	m	kilogram	kg
Tid	t	sekund	s

4.2 Massa/volym

Massa(g)	Volym i mätglaset(ml)	Stenarnas volym(ml)
0	62	0
16.6	68	6
29.9	73	11
46.2	79	17
62.9	85	23
73.3	88	26

$$m = \rho * V$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = 2.714285714 = \frac{76}{28}$$

$$\rho = 2,7g/ml = \frac{2,6g}{1ml} = \frac{2,6g}{0,001dm}$$

4.3 Densitet på en kula/sfär

En kula med radien 12,5 mm har massan 61g.

Bestäm kulans densitet.

$$m = 61g = 0,061kg$$

$$V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4\pi 0,0125^3}{3} \approx 8,181230869 * 10^{-6} m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,061}{8,181230869 * 10^{-6}} \approx 7,5 * 10^3 kg/m^3$$

4.4 Thomaskorv

Hur mycket korv kan man göra av Thomas?

$$V = A * l$$

Thomas volym?

Thomas massa: $m = 110kg$

$$V\rho = \frac{mV}{\rho}$$

$$\frac{V\rho}{\rho} = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Thomas densitet \approx vattnets densitet.

$$\rho = 0,998g/cm^3 = 998kg/m^3$$

$$V = \frac{m}{\rho} = 0,11m^3$$

$r = 1,5cm$ Thomas korv

$$A = r^2\pi = (0,015)^2 \approx 7,068 * 10^{-4}$$

$$\rho = \frac{V}{A} = \frac{0,11}{7,068 * 10^{-4}}$$

4.5 Uppskatta luftens massa i en sal

Uppskatta massan för luften i föreläsningssalen.

$$\rho = \frac{mV}{V}$$

$$m = \rho V = 1293 * 540 \approx 700kg$$

$$\rho = 1,293kg/m^3$$

$$V = 12 * 15 * 3 \approx 540m^3 \text{ Mätnoggrannhet}$$

Anger närmevärdet med felgränsen

$$A = 0,305m^2$$

$$0,3045 \leq A \leq 0,3055m^3 \text{ 3 gällande siffror}$$

5 Viktig regel

Om du gör en multiplikation eller division ska svaret innehålla så många gällande siffror som det minst noggranna ingångs värde

Om du gör en addition eller subtraktion ska svaret ha lika många decimaler som det ingångsvärde som har minst antal decimaler.

5.1 EX1

En matta har längden(l) 12,71 m och bredden(b) 3,46 m.

Vilken area har mattan?

$$A = lb = 12,71 * 3,46 \approx 43,9766m^2 \approx 44,0m^2$$

6 Övningar

6.1 Densitet

Koppar folie massa: $m = 13g = 0,013kg$

Koppar folie densitet: $\rho = \frac{m}{V}$ $V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,013}{8,96*10^3}$

$$h = \frac{V}{A} = 1,45 * 10^{-6}$$

6.2 Mätning

$$t = \frac{13min}{2} = 6,5min \quad v = 0,300 * 10^4 m/s$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v * t = (0,300 * 10^9) * (6,5 * 60) = 1,2 * 10^{11}m$$

7 Repetition

7.1 Tyngd(tyngdkraft)

$$F = m * g$$

$$g = 9,82N/kg$$

Tyngdkraft är gravitationskraft vid jordytan.

$$G = 6,673 * 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

7.1.1 Newtons allmänna gravitationslag

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

7.1.2 EX1

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,673 * 10^{-11}$$
$$F = G \left(\frac{90 * 100}{0,85^2} \right) = 8,3 * 10^{-7} N$$

7.1.3 EX2

Jordradien är 637 mil. Uppskatta jordens massa.

$$F = G \frac{m_{Tomas} m_{Jorden}}{r^2} = m_{Tomas} * g$$
$$m_{Jorden} = \frac{gr^2}{G} = \frac{9,28 * 6370000}{6,673 * 10^{-11}} = 6,0 * 10^{24}$$

7.2 Normalkraft

Normalkraft = F_N =

Normal betyder *vinkelrät mot*.

I detta fall är normalkraften lika stor som tyngdkraften.

7.3 Spännkraft(linkraft)

7.4 Friktionskraft

Friktionskraft (F_f)

8 Uppgifter

8.1 Rörelse 3

1. (a) $s = 11,3\text{cm} = 0,113\text{m}$

$$t = 0,07\text{s}$$

$$\frac{0,113\text{m}}{0,07\text{s}} = 1,6\text{m/s}$$

Svar: Medel hastigheten är $1,6\text{m/s}$.

- (b) Vet ej.

2. $42,67 + 60 = 102,67\text{s}$

$$\frac{800}{102,67} = 7,79\text{m/s}$$

$$\frac{102,67}{3600} = 0,0285 = 102,67\text{s i timmar}(h)$$

$$\frac{0,8}{0,0285} = 28,07\text{km/h} \approx 28,0\text{km/h}$$

Svar: Han färdas $7,79\text{m/s}$ eller $28,0\text{km/h}$

3. 3600s/h

$$86400\text{s/d}$$

$$86400 * 3,3\text{nm/s} = 285120\text{nm/d}$$

$$0,285\text{mm/d}$$

$$\frac{20\text{mm}}{0,285} = 70$$

Svar: Det tar 70 dygn tills håret är 2cm längre.

4. (a) $V_m = \frac{21}{13,2} = 1,6\text{m/s}$

$$(b) V_m = \frac{21*2}{13,2+8,5} = \frac{42}{21,7} = 1,935 \approx 1,9\text{m/s}$$

5. $V_m = \frac{35}{30} = 1,2\text{m/s}$

6. (a) Fråga6

8.2 Uppgift 34 i Fysik

$$t_{gå} = 50s$$

$$t_{rull} = 75s$$

$$t_{total} = ?$$

$$V_{gå} = \frac{s}{t_{gå}} = \frac{s}{50}$$

$$V_{rull} = \frac{s}{t_{rull}} = \frac{s}{75}$$

$$V_{tot} = V_{gå} + V_{rull}$$

$$V_{tot} = \frac{3s}{150} + \frac{2s}{150} = \frac{5s}{150}$$

$$s = V_{tot} * t_{tot}$$

$$t_{tot} = \frac{s}{V_{tot}}$$

$$t_{tot} = \frac{s}{\frac{5s}{150}} = s / \frac{5s}{150} = \frac{s}{1} * \frac{150}{5s} = 30$$

$$\text{Svar: } 30s$$

9 EX1

Lådan har massan m kg. Rita ut krafterna på lådan om den ligger stilla.

$$\text{Tyngden} = mg$$

$$F_N \neq mg$$

10 EX2

Metallkulan har tyngden 3,2N. Magnetten attraherar metall kulan med kraften 5,1N. Rita in normalkraften i figuren och beräkna normalkraftens storlek. Metallkulans tyngdkraft är 3,9N.

$$F_N + 3,2 = 5,1$$

$$F_N = 5,1 - 3,2 = 1,9N$$

11 Newtons Lagar

11.1 Tröghetslagen

Att en kropp inte påverkas av någon resulterande kraft är ekvivalent med att den behåller sitt rörelsetillstånd.

$$F_{res} \Leftrightarrow \Delta v = 0$$

11.2 Kraftlagen

Om ett föremål med massan, m , påverkas av en resulterande kraft, F_{res} så kommer föremålet att accelerera med acceleration a . $F_{res} = ma$

11.3 Lagen om verkan och motverkan

Om en kropp A påverkar en kropp B med en kraft, så påverkar B kroppen A med en lika stor men motsatt riktad kraft.

11.3.1 EX1

En bil med massan 880kg accelererar från 0 till 108km/h på $9,0\text{s}$.

Beräkna den resulterande kraft som krävs för detta.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(108-0)/3,6}{9,0} = 3,3\text{m/s}^2$$

$$F_{res} = ma = 880 * 3,3 = 2933,33 \approx 1900\text{N} = 2,9\text{kN}$$

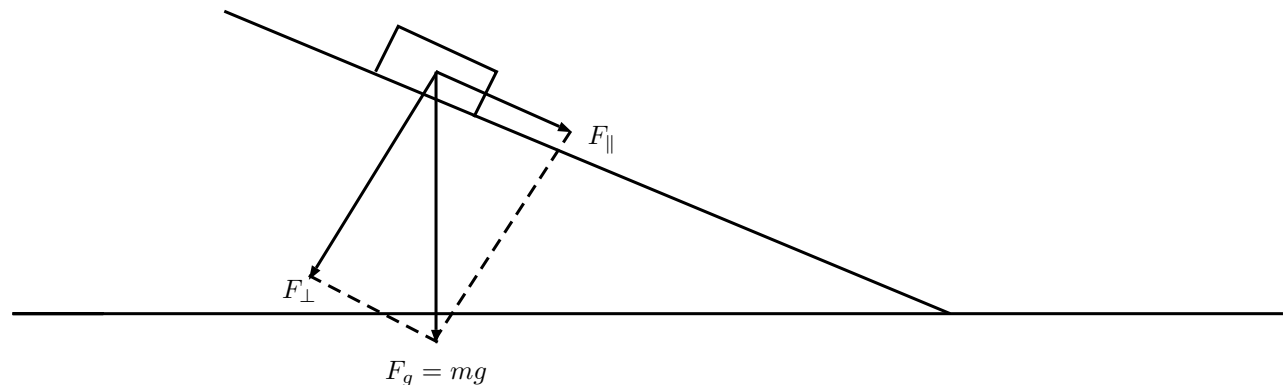
11.4 EX1

En fallskärms hoppare väger med utrustning 62kg efter att fallskärmen utvecklats får hon den konstanta farten 20km/h .

Vilka krafter verkar på henne?

$$F_{luftmotstånd} \quad Tyn\text{ngd} = 62 * g\text{N} \approx 609\text{N}$$

12 Lutande plan



$$F_g = mg = 2,0 * 9,82 = 19,64\text{N}$$

$$\sin v = \frac{F_{\parallel}}{F_g}$$

$$19,64 \sin 25 = \frac{F_{\parallel}}{19,64} = 8,3\text{N}$$

Svar: $F_{\parallel} \approx 8,3\text{N}$

13 Newtons andra lag

$$F_{res} = ma$$

13.1 EX1

Vi släpper en blomkruka från andra våningen. Den har massan $2,0\text{kg}$
Hur stor blir accelerationen om vi har en luftmotståndskraft $F_L = 0,5\text{N}$
 $F_{res} = 19,64 - 0,5 = 19,14\text{N}$
 $F_{res} = ma = 2,0a$
 $2,0a = 19,14$
 $a = \frac{19,14}{2,0} \approx 9,6\text{m/s}^2$

13.2 EX2

En gris har massan $8,0\text{kg}$, vill inte följa med på promenaden. Bestäm accelerationen om friktionskoefficienten är $0,6$ mot underlaget.
 $F = 50\text{N}$
 $F_F = \mu F_N = \mu mg = 0,6 * 8,0 * 9,82 \approx 47,136$
 $F_{res} = 50 - 47,136 \approx 2,864\text{N}$ $F_{res} = ma = 8,0a$
 $8,0a = 2,864$
 $a = \frac{2,864}{8} \approx 0,36\text{m/s}^2$

13.3 EX3

En helikopter lyfter en ren med massan 150kg med en konstant hastighet uppåtriktad på $2,0\text{m/s}$

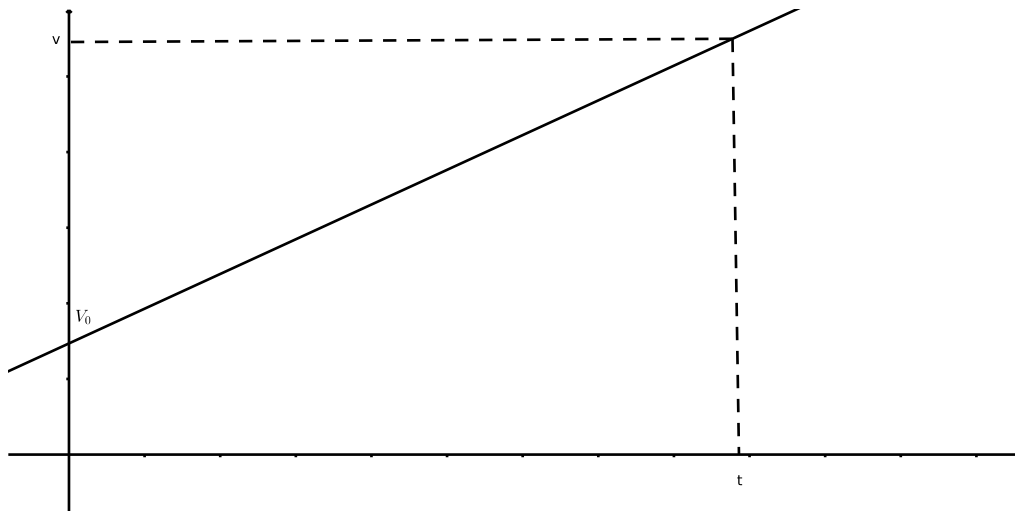
- Bestäm kraften i repen
 $F_g = mg = 150 * 9,82 = 1473\text{N}$
 $F_{rep} = F_g = 1473\text{N} \approx 1500\text{N}$
- $F_g = mg = 1473\text{N}$
 $F_{res} = ma = 150 * 2,0 = 300\text{N}$
 $F_{res} = F_{rep} - F_g = F_{rep} - 1473$
 $F_{rep} = 1773\text{N} \approx 1800\text{N}$

14 Trigonometri

14.1 Exempel på nästan allt

Ett föremål med massan $5,3\text{kg}$ befinner sig på ett lutande plan där friktionsstalet mellan föremål och plan är $0,30$.
Vilken acceleration får föremålet?
Tyngdkraften: $mg = 5,4 * 9,82 = 52\text{N}$
 $\cos 25 = \frac{F_{\perp}}{52}$
 $F_{\perp} = 52 * \cos 25 = 47,2\text{N}$

$$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{7,8}{5,3} = 1,5 m/s^2$$
$$a = \textit{konstant}$$



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a * t = \frac{v-v_0}{t} * t$$

$$at = v - v_0$$

$$v = v_0 + at$$

Förflyttningen ges av arean under grafen.

$$S = v_0 t + \frac{(v+v_0)*t}{2} = v_0 t + \frac{vt-v_0 t}{2} = v_0 t + \frac{vt}{2} - \frac{v_0 t}{2}$$

$$\frac{v_0 t + vt}{2} = \frac{(v_0+v)t}{2}$$

$$S = \frac{v_0 t + vt}{2} = \frac{v_0 t + (v_0 + at)t}{2} = \frac{v_0 t + v_0 t + at^2}{2} = \frac{2v_0 t + at^2}{2} = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$a = \frac{v-v_0}{t} * \frac{S}{S} = \frac{v-v_0}{t} * \frac{\frac{(v_0+v)t}{2}}{\frac{2v_0 t + at^2}{2}} = \frac{v-v_0}{2} = \frac{1}{S}$$

$$a 2s = (v - v_0)(v + v_0) = v^2 - v_0^2$$

15.1 EX1

Från en bro, 15 m över vattnet släpps en sten. Använd $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

1. När kommer stenen ner?

$$v_0 = 0$$

$$a = g$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$15 = 0 * t + \frac{10t^2}{2}$$

$$15 = 5t^2$$

$$t^2 = \frac{15}{5} = 3$$

$$t = \sqrt{3} \approx 1,7 \text{ s}$$

2. Vilken fart har den då? $v = v_0 + at = 0 + 10 * 1,7 = 17 \text{ m/s}$

15.2 EX2

En annan sten kastas från bron med hastigheten 100 m/s rakt uppåt.
Använd $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

- (a) När kommer stenen ner?

$$a = g$$

$$v_0 = -10,0 \text{ m/s}$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$15 = -10t + \frac{10t^2}{2}$$

$$15 = -10t + 5t^2$$

$$0 = 5t^2 - 10t - 15$$

$$\frac{5t^2 - 10t - 15}{5}$$

$$0 = t^2 - 2t - 3$$

$$t = 1 \pm \sqrt{1^2 - (-3)}$$

$$t = 1 \pm \sqrt{4} = t = 1 \pm 2$$

$$t = 1 \text{ eller } t = 3$$

- (b) Vilken fart har den då? $v = v_0 + at$

$$v = -10 + 10 * 3$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

16 Föreläsning 23/9

16.1 Uppgifter

1. En sten kastas rakt upp från en bro med en hastighet på 5,0 m/s.

- (a) Var befinner sig stenen efter 0,5 s?

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = -5,0 * 0,5 + \frac{9,82 * 0,5^2}{2} \approx -1,3 \approx 1,3 \text{ m över utgångspunkten.}$$

Vilken hastighet har den då?

$$v = v_0 + at = -5,0 + 9,82 * 0,5 = -0,09 \text{ m/s}$$

- (b) Var befinner sig stenen efter 2,0 s?

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = -5,0 * 2,0 + \frac{9,82 * 2,0^2}{2} \approx 9,6 \text{ m} \approx 9,6 \text{ m under utgångspunkten.}$$

Vilken hastighet har den då?

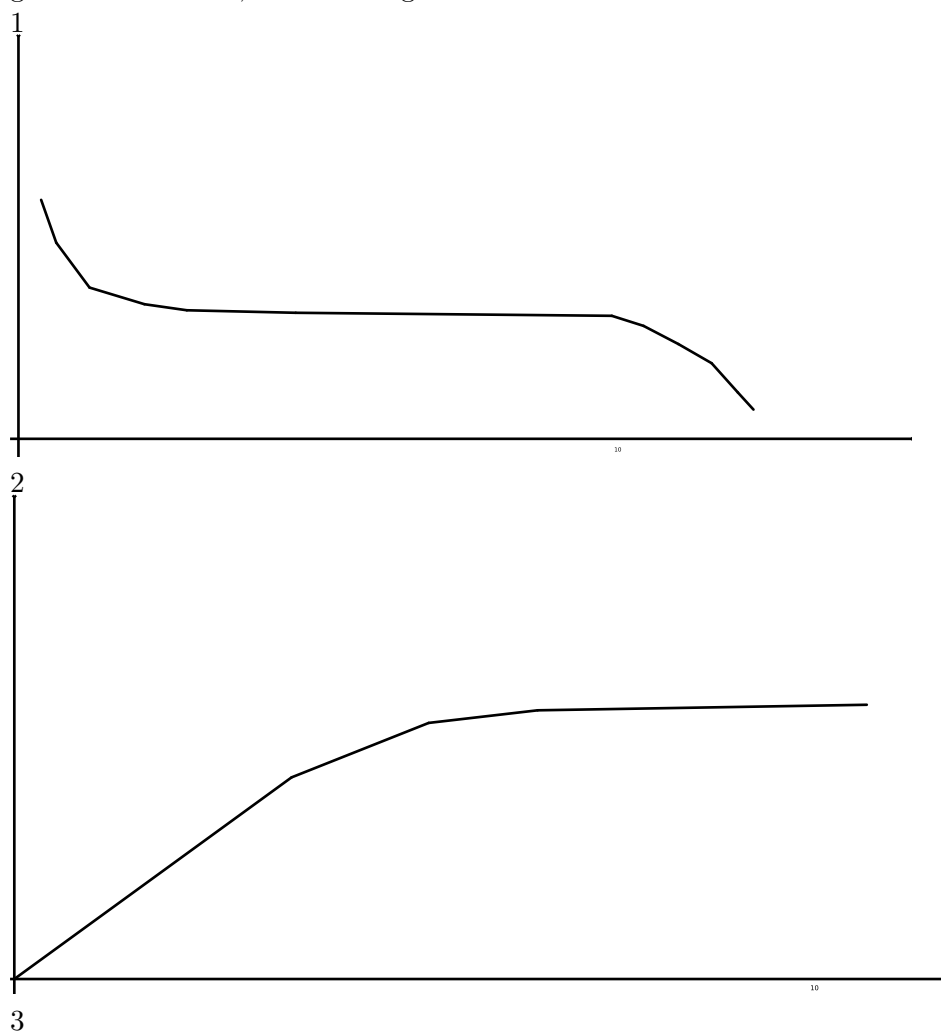
$$v = v_0 + at = -5,0 + 9,82 * 2,0 \approx 15 \text{ m/s}$$

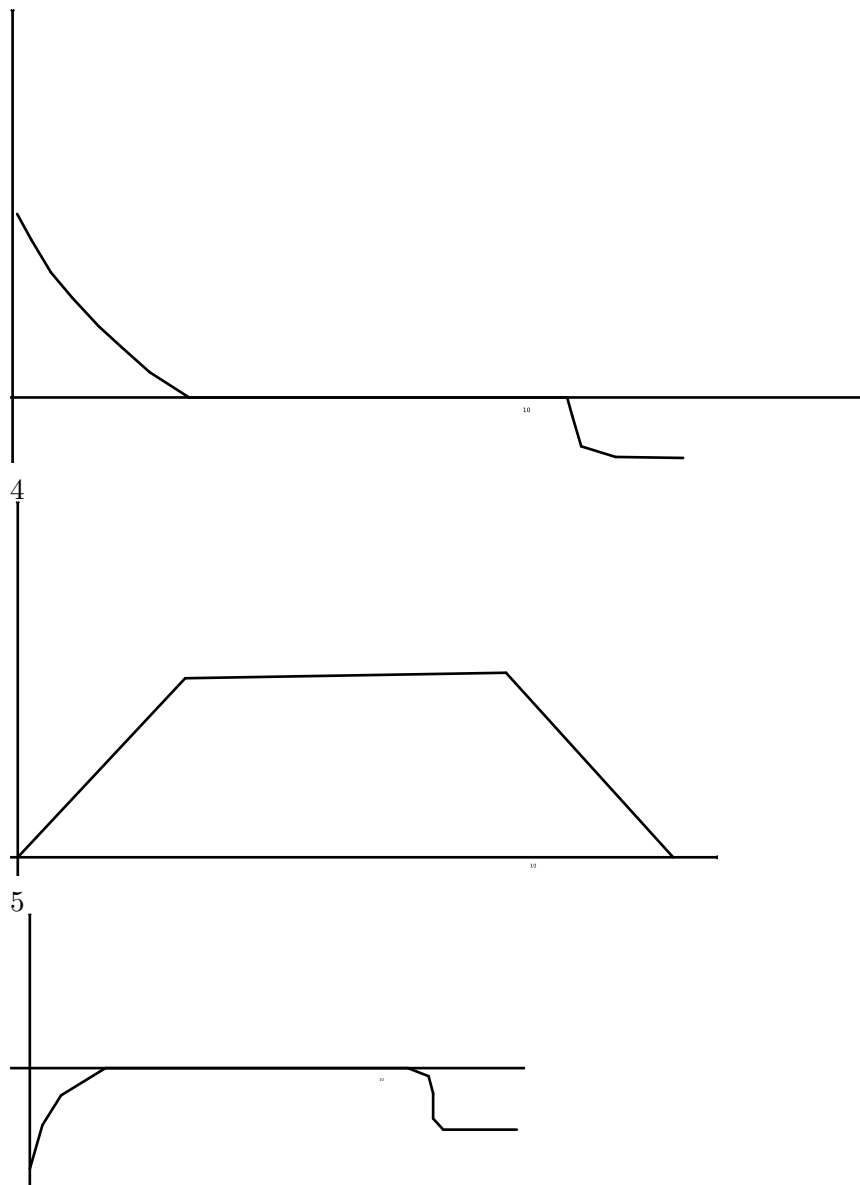
- (c) Hur långt faller stenen under den tredje sekunden(2,0s till 3,0 s)?

$$S(3,0) = -5,0 + 9,82 * 3,0 + \frac{9,82 * 3,0^2}{2} = 29,2 \approx 30m$$

$$S(3,0) - S(2,0) = 29,2 - 9,6 = 19,6m$$

2. En löpare springer ett hundrameters lopp på 10,41s. Vilken av graferna visar: s-t, v-t och a-t grafen?





Graf 2 är en s-t graf.

Graf 3 är en a-t graf.

Graf 4 är en v-t graf.

3. En motorcyklist accelererar efter att ha kört förbi ett vägmärke. Vid passagen är hastigheten 15m/s . Accelerationen är därefter konstant $4,0\text{m/s}^2$.

(a) Hur långt hinner hon på $3,0\text{s}$?

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 15 * 3,0 + \frac{4,0 * 3,0^2}{2} = 63\text{m}$$

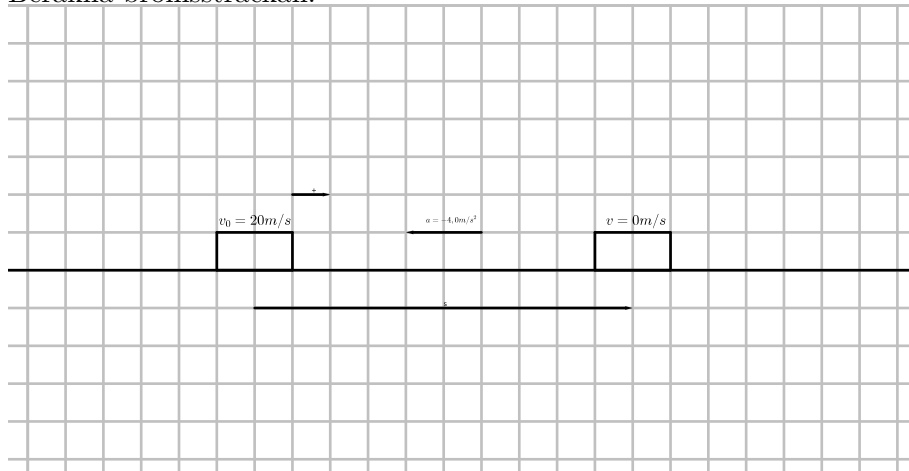
- (b) Var är hon då hastigheten är $35,0m/s$?

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{35^2 - 15^2}{2 \cdot 4} = 125m \approx 130m$$

4. En bil bromsar in från $20m/s$ till stillastående($0m/s$), med retardationen $4,0m/s^2$

Beräkna bromssträckan:



$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0^2 - 20^2}{2(-4,0)} = 50m$$

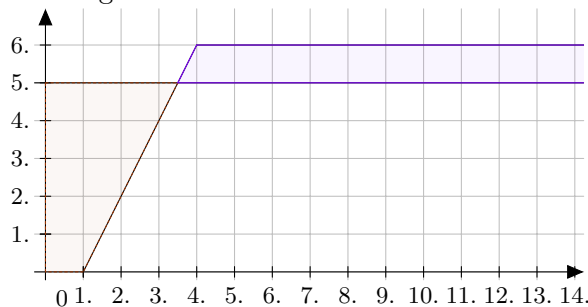
5. Två personer motionslöper. Alf håller den konstanta hastigheten $18km/h$ då han passerar Britta som står stilla. Efter $1,0s$ börjar Britta accelerera med $2,0m/s^2$ i $3,0s$. Därefter är hennes fart konstant - KONTROLLERA.

- (a) Efter hur lång tid hinner Britta upp till Alf?

$$\text{Alf } 5 + \frac{(3 \cdot 5)}{2} = 7,5 + 5 = 12,5$$

$$\text{Britta } y = x - 4$$

- (b) Hur långt före Britta är Alf som mest?



Räkna röda rutorna som är antalet meter Alf pringer före Britta per sekund. Räkna lila rutor som är antalet meter Britta springer före Alf per sekund.

$$11 + \frac{1*0,5}{2} = 11,3ms$$