

Tillåtna hjälpmedel: skrivredskap och handskrivna A4-papper som stöd för minnet. Minneslappan måste inlämnas med svårar. Det är inte tillåtet att ta med annat eget material. Med provet ges behövliga konstanter. Motivera i dina svar de formler som du använder och mellanstegen i lösningarna. Förklara symbolerna du använder och deras betydelse. Lös varje uppgift på en egen sida. I alla uppgifter bedöms både presentationen och innehållet.

Om det finns oklarheter i den här tentamen, är finska versionen den korrekta versionen.

*Om det finns oklarheter i den här tentamen, är finska versionen den korrekta versionen. Det är viktigt att du åtminstone försöker lösa varje uppgift. Lycka till!*

- Definiera följande termer/begrepp med maximalt ca 30 ord / term. Enbart en formel är inte ett tillräckligt svar. Ett betydligt för långt svar drar ner på poängen.  
A. Harmonisk svängning B. Dopplereffekt C. Underkritisk dämpning D. Våglängd  
E. Resonans F. Vågens interferens

Besvara följande fråga med maximalt ca 200 ord. Ett betydligt för långt eller dåligt disponerat svar drar ner på poängen. Du kan använda figurer, exemplar och matematiska uttryck som stöd för ditt svar, men enbart figurer, exempel och formler är inte ett tillräckligt svar

- Sammanställ svängningsrörelsens centrala begrepp och deras betydelser. Speciellt, sammanställ viktiga likheter och skillnader mellan odämpad, dämpad och tvungen svängning.
- En elbils massa är 500 kg. När bilen rör sig på en vågrät väg är dess maximihastighet 35 m/s och 20 m/s när den rör sig uppför en backe med lutningen 10 %. Backens yta är uppruggad för att ha bättre väggrepp. Alltså kan friktionen antas vara fördubblad jämfört med den vågräta vägen. Beräkna bilens maximihastighet då den åker med sin maximala hastighet i en nedförsbacke med lutningen 5 %, som har likadana friktionsegenskaper med den vågräta vägen. Luftmotstånd antas obetydlig jämfört med andra friktionskrafter.

(NB: en 1 % lutning definieras som vinkeln  $\alpha$  i förhållande till en horisontell linje, för vilken det gäller att  $\tan \alpha = 0.01$ )

- Kroppen (se bilden nedan) (massa  $m$ ) är kopplad ihop med en fjäder (fjäderkonstant  $k$ ) och en yttre drivande kraft. Kroppen ligger på ett vågrätt underlag. Du kan anta att nettofriktionskraften på kroppen är direkt proportionell med dess hastighet  $v$  (proportionalitetskoeficient  $b$ ).

Kroppen hålls med hjälp av den drivande kraften i harmonisk oskillation. Kraften driver kroppen med dess naturliga oskillationsfrekvens. Kroppen kopplas loss från den drivande kraften i tidpunkten  $t = 0$ , då distans från jämviktsläget är som störst. Hur många perioder åker kroppen innan den stannar? En oscillerande kropp kan anses stillastående då dess amplitud är en  $1/e^8$ -del av dess ursprungliga amplitud. Du kan anta att det finns flera perioder.



Skriv TYDLIGT ditt namn, studienummer, utbildningsprogram, kurskoden samt datum för tentamen på varje provpapper. Lös varje uppgift på en egen sida.

## Properties of Materials

Substance	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$c$ (J/kg K)
Air at STP*	1.28	
Ethyl alcohol	790	2400
Gasoline	680	
Glycerin	1260	
Mercury	13,600	140
Oil (typical)	900	
Seawater	1030	
Water	1000	4190
Aluminum	2700	900
Copper	8920	385
Gold	19,300	129
Ice	920	2090
Iron	7870	449
Lead	11,300	128
Silicon	2330	703

\*Standard temperature (0°C) and pressure (1 atm)

## Resistivity and Conductivity of Conductors

Metals	Resistivity ( $\Omega$ m)	Conductivity ( $\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ )
Aluminum	$2.8 \times 10^{-8}$	$3.5 \times 10^7$
Copper	$1.7 \times 10^{-8}$	$6.0 \times 10^7$
Gold	$2.4 \times 10^{-8}$	$4.1 \times 10^7$
Iron	$9.7 \times 10^{-8}$	$1.0 \times 10^7$
Silver	$1.6 \times 10^{-8}$	$6.2 \times 10^7$
Tungsten	$5.6 \times 10^{-8}$	$1.8 \times 10^7$
Nichrome	$1.5 \times 10^{-6}$	$6.7 \times 10^5$
Carbon	$3.5 \times 10^{-5}$	$2.9 \times 10^4$

## Mathematical Approximations

Binominal Approximation:  $(1+x)^n \approx 1+nx$  if  $x \ll 1$

Small-Angle Approximation:  $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$  and  $\cos \theta \approx 1$  if  $\theta \ll 1$  radian

## Useful Data

$M_e$	Mass of the earth	$5.98 \times 10^{24}$ kg	
$R_e$	Radius of the earth	$6.37 \times 10^6$ m	
$g$	Free-fall acceleration on earth	9.80 m/s <sup>2</sup>	
$G$	Gravitational constant	$6.67 \times 10^{-11}$ N m <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>	
$k_B$	Boltzmann's constant	$1.38 \times 10^{-23}$ J/K	
$R$	Gas constant	8.31 J/mol K	
$N_A$	Avogadro's number	$6.02 \times 10^{23}$ particles/mol	
$T_0$	Absolute zero	-273°C	
$\sigma$	Stefan-Boltzmann constant	$5.67 \times 10^{-8}$ W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>	
$p_{\text{atm}}$	Standard atmosphere	101,300 Pa	
$v_{\text{sound}}$	Speed of sound in air at 20°C	343 m/s	
$m_p$	Mass of the proton (and the neutron)	$1.67 \times 10^{-27}$ kg	
$m_e$	Mass of the electron	$9.11 \times 10^{-31}$ kg	
$K$	Coulomb's law constant ( $1/4\pi\epsilon_0$ )	$8.99 \times 10^9$ N m <sup>2</sup> /C <sup>2</sup>	
$\epsilon_0$	Permittivity constant	$8.85 \times 10^{-12}$ C <sup>2</sup> /N m <sup>2</sup>	
$\mu_0$	Permeability constant	$1.26 \times 10^{-6}$ T m/A	
$e$	Fundamental unit of charge	$1.60 \times 10^{-19}$ C	
$c$	Speed of light in vacuum	$3.00 \times 10^8$ m/s	
$h$	Planck's constant	$6.63 \times 10^{-34}$ J s	$4.14 \times 10^{-15}$ eV s
$\hbar$	Planck's constant	$1.05 \times 10^{-34}$ J s	$6.58 \times 10^{-16}$ eV s
$a_B$	Bohr radius	$5.29 \times 10^{-11}$ m	

## Molar Specific Heats of Gases

Gas	$C_p$ (J/mol K)	$C_v$ (J/mol K)
<b>Monatomic Gases</b>		
He	20.8	12.5
Ne	20.8	12.5
Ar	20.8	12.5
<b>Diatomic Gases</b>		
H <sub>2</sub>	28.7	20.4
N <sub>2</sub>	29.1	20.8
O <sub>2</sub>	29.2	20.9

## Indices of Refraction

Material	Index of refraction
Vacuum	1 exactly
Air	1.0003
Water	1.33
Glass	1.50
Diamond	2.42