

# Corso passerella

## Esame di fisica 2022

Matteo Frongillo

7 maggio 2024

### Materiale ammesso

**a) Materiale personale**

Ogni studente può avere:

- i) del materiale per scrivere e disegnare (penna, matita, gomma, riga, squadra, goniometro, compasso);
- ii) una calcolatrice non grafica;
- iii) il formulario ufficiale: *Formulari e tavole*.

**b) Materiale fornito appositamente per l'esame**

Ogni studente riceve:

- i) il testo dell'esame;
- ii) alcuni fogli timbrati da usare per redigere le soluzioni da consegnare e la brutta copia.

### Indicazioni concernenti il punteggio

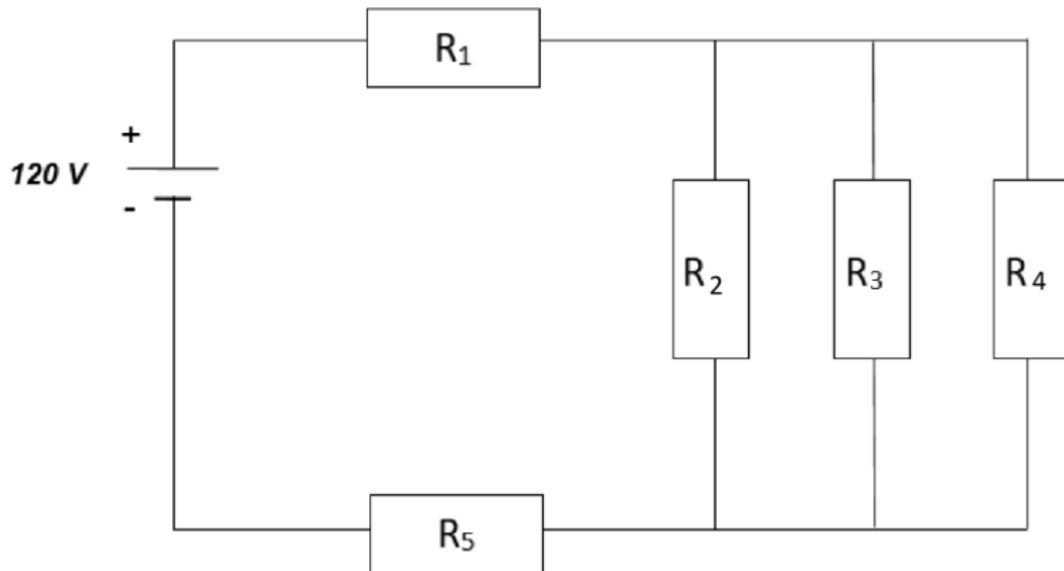
- a) Per ogni esercizio è indicato il punteggio massimo complessivo, ossia quello ottenuto qualora l'esercizio sia svolto completamente e correttamente;
- b) La parte di *fisica* vale un terzo dell'esame di *Scienze sperimentali*.

## Esercizio 1 - *Circuito con resistori*

Punteggio complessivo: 11 punti

Considera il circuito nella figura, costituito da una batteria da 120 V e cinque resistori collegati da cavi di rame (di resistenza trascurabile).

Le resistenze valgono:  $R_1 = 20.0 \, \Omega$ ,  $R_2 = 15.0 \, \Omega$ ,  $R_3 = 10.0 \, \Omega$ ,  $R_4 = 30.0 \, \Omega$ ,  $R_5 = 25.0 \, \Omega$ .



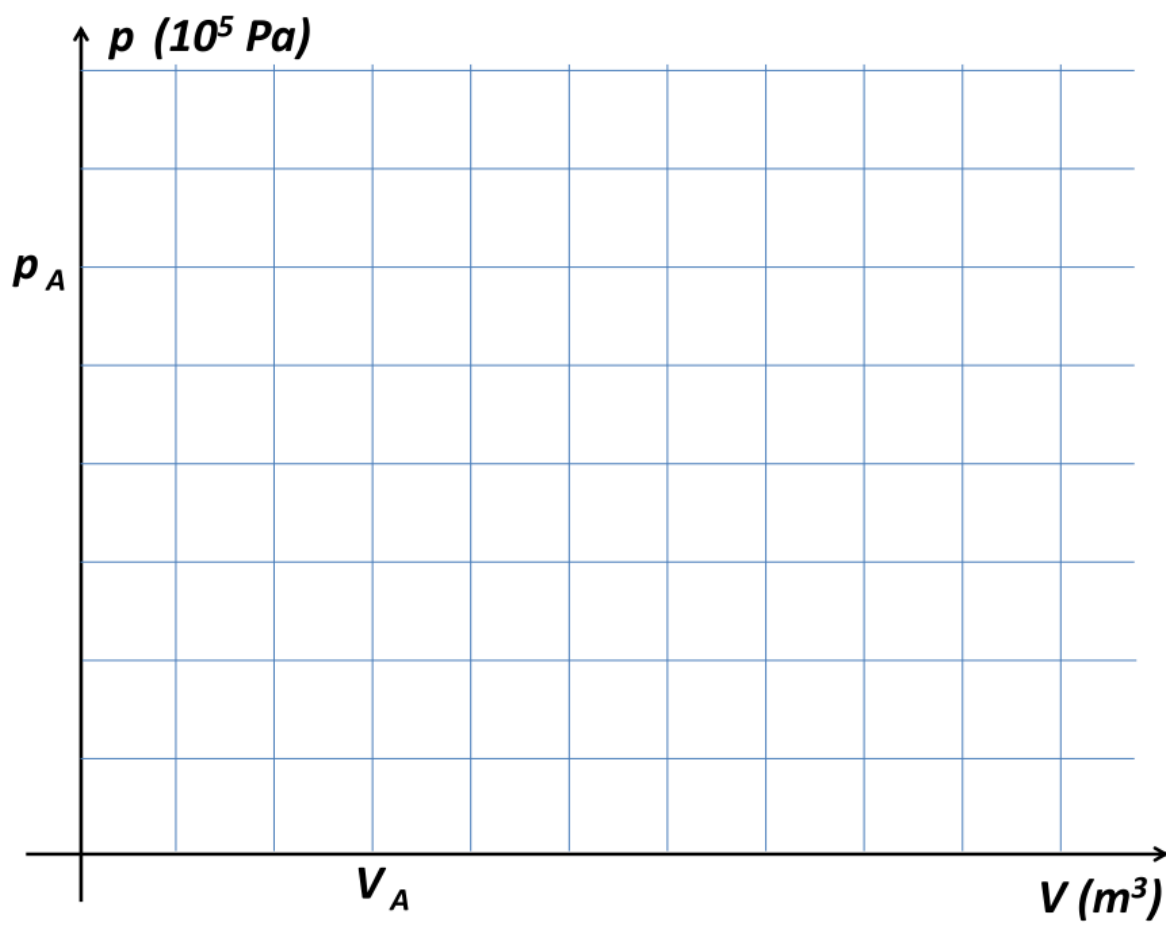
- Determina la resistenza equivalente dell'intero circuito.
- Dimostra che la corrente che attraversa il resistore  $R_1$  vale 2.40 A.
- Determina l'intensità della corrente che attraversa il resistore  $R_4$ .
- Determina la differenza di potenziale elettrico ai capi del resistore  $R_5$ .
- Stabilisci quale dei cinque resistori dissipa la maggior potenza e determina tale potenza.
- Determina il numero di singoli elettroni che "entrano" (ed "escono") dal resistore  $R_2$  in 5.00 s.

## Esercizio 2 - *Ciclo termodinamico*

*Punteggio complessivo: 12 punti*

Una determinata quantità di gas perfetto (o ideale) viene sottoposta ad una serie di trasformazioni che costituiscono un ciclo termodinamico. Si considerino le seguenti descrizioni delle trasformazioni e si risponda alle domande poste.

- a) Il gas si trova inizialmente nello stato  $A$ , nel quale si occupa un volume  $V_A = 8.00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  alla temperatura  $T_A = 300 \text{ K}$  e alla pressione  $p_A = 3.00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
  - i) Il gas viene portato nello stato  $B$ , mantenendo la pressione costante e raddoppiando il volume. Determinare la temperatura  $T_B$  raggiunta dal gas nello stato  $B$
  - ii) Il gas viene in seguito portato nello stato  $C$ , mantenendo sempre la temperatura costante e riducendo la pressione a  $2/3$  di quella nello stato  $B$ . Determinare il volume  $V_C$  raggiunto dal gas nello stato  $C$ .
  - iii) Mantenendo il volume costante, la pressione viene abbassata fino a raggiungere lo stato  $D$ , nel quale il gas assume nuovamente la temperatura  $T_A$  che aveva inizialmente. Determinare la pressione  $P_D$  raggiunta dal gas nello stato  $D$
  - iv) Il gas viene, infine, riportato nello stato di partenza  $A$ , riducendo il suo volume e aumentando la sua pressione a temperatura  $T_D = T_A$  costante.
- b) Si rappresenti il ciclo, in modo qualitativo ma accurato, ovvero con tutti i dettagli del caso (valori di volume, pressione, temperatura nei quattro stati), nel diagramma  $p(V)$  della pagina seguente.
- c) Si risponda inoltre alle seguenti domande a proposito degli scambi di energia durante le diverse trasformazioni
  - i) Nel passare dallo stato  $A$  allo stato  $B$ , il gas riceve o cede energia sotto forma di lavoro meccanico, rispettivamente sotto forma di calore?
  - ii) Nel passare dallo stato  $B$  allo stato  $C$ , l'energia interna del gas aumenta, diminuisce o rimane invariata?
  - iii) Nel passare dallo stato  $C$  allo stato  $D$ , l'energia interna del gas cambia per effetto di uno scambio di lavoro o di calore?

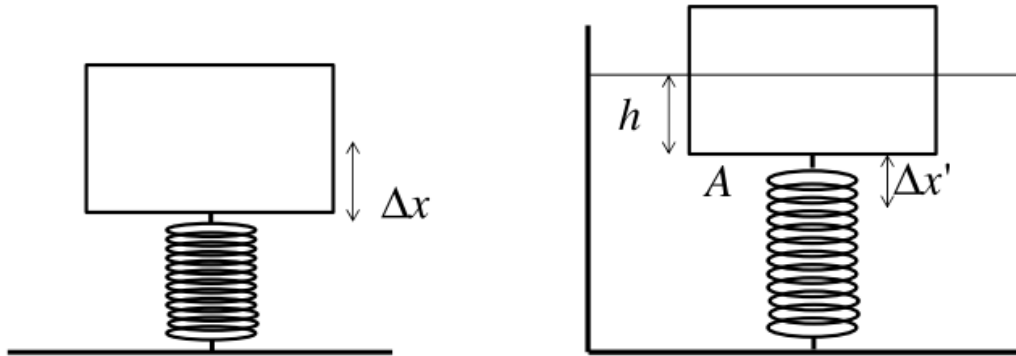


### Esercizio 3 - *Equilibrio tra forze*

*Punteggio complessivo: 11 punti*

Un parallelepipedo rettangolo di massa  $M = 200$  g viene appoggiato su di una molla di massa trascurabile con costante elastica  $k = 30.0$  N/m (figura a sinistra).

- a) Si rappresentino le forze che agiscono sul parallelepipedo e si calcoli quanto vale la compressione  $\Delta x$  della molla.



Quando si immerge il parallelepipedo poggiato sulla molla in un liquido di densità  $\rho = 870$  kg/m<sup>3</sup> (figura a destra), si osserva che galleggia, restando immerso per  $h = 3.00$  cm. Inoltre, a differenza della prima situazione, ora l'allungamento della molla rispetto alla lunghezza di riposo è  $\Delta x'$ .

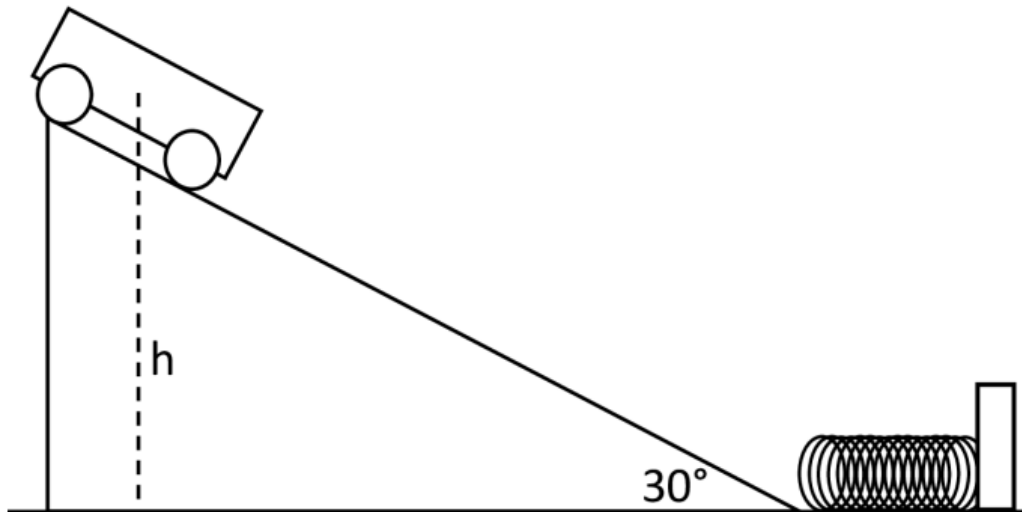
Nella nuova situazione:

- b) Si disegnino le forze che agiscono sul parallelepipedo;  
c) Si scriva l'equazione di equilibrio delle forze agenti sul parallelepipedo;  
d) Se l'area di base  $A$  del parallelepipedo è di  $1.20$  dm<sup>2</sup>, si determini l'allungamento  $\Delta x'$

## Esercizio 4 - *Un carrello*

Punteggio complessivo: 12 punti

Una molla di costante elastica  $k$  è posta, in orizzontale, al termine di un piano inclinato di  $30.0^\circ$ , sul quale si muove un carrello di massa  $m = 150$  g. Come si vede in figura, il carrello è inizialmente fermo a un'altezza  $h = 30.0$  cm, quando viene liberato (consideralo puntiforme).



**SITUAZIONE A: trascurando ogni forma di attrito.**

- Calcola l'intensità della forza normale del piano sul carrello;
- Calcola la velocità del carrello quando arriva sulla molla;
- Determina l'altezza massima  $h'$  raggiunta dal carrello risalendo sul piano dopo il rimbalzo sulla molla.

A seguito dell'impatto con il carrello, la molla raggiunge una compressione massima di  $\Delta x = 2.50$  cm:

- Quanto vale l'energia potenziale elastica immagazzinata dalla molla?
- Calcola la costante elastica  $k$  della molla.

**SITUAZIONE B: con un attrito radente dinamico tra piano e carrello.**

In presenza di attrito, liberando il carrello sempre dalla quota  $h = 30.0$  cm, si osserva una compressione massima della molla di  $\Delta x' = 2.00$  cm.

- Determina il coefficiente di attrito dinamico  $\mu$  tra carrello e piano;
- Rappresenta le forze cui è sottoposto il carrello nella risalita (una volta abbandonata la molla);
- Determina l'altezza massima  $h''$  raggiunta dal carrello risalendo sul piano dopo il rimbalzo sulla molla.

# Soluzioni

## Esercizio 1

1a)

$$\begin{aligned} R_{tot} &= R_1 + R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \\ &= 20\Omega + 25\Omega + \frac{1}{\frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{30\Omega}} \\ &= 50\Omega \end{aligned}$$

1b)

$$\begin{aligned} U &= R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R} \\ I &= \frac{120V}{50\Omega} = 2.4A \end{aligned}$$

1c)

$$\begin{aligned} I_{R_4} &= \frac{R_2 \parallel R_3}{R_2 \parallel R_3 + R_4} \cdot I_{tot} \\ R_2 \parallel R_3 &= \frac{1}{\frac{1}{15\Omega} + \frac{1}{10\Omega}} = 6\Omega \\ I_{R_4} &= \frac{6\Omega \cdot 2.4A}{6\Omega + 30\Omega} = 0.4A \end{aligned}$$

1d)

$$\begin{aligned} U &= R \cdot I \\ U &= 25\Omega \cdot 2.4A = 60V \\ \text{Ponendo } U_0 &= 0V \\ \Delta U &= U - U_0 = 60V - 0V = 60V \end{aligned}$$

1e)

$$\begin{aligned} \begin{cases} P = U \cdot I \\ U = R \cdot I \end{cases} &\Rightarrow P = R \cdot I^2 \\ P_5 &= 25\Omega \cdot (2.4A)^2 = 144W \end{aligned}$$

1f)

$$\begin{aligned} N_{e^-} &= \left| \frac{I \cdot t}{\text{Carica elettrica } e^-} \right| \\ N_{e^-} &= \left| \frac{2.4A \cdot 5s}{-1.602 \cdot 10^{-19}C} \right| \approx 7.5 \cdot 10^{19} \text{ elettroni} \end{aligned}$$

## Esercizio 2

2a)

**LEGGE DEI GAS PV=nRT**

$$nR = costante \Rightarrow \frac{V_i \cdot p_i}{T_i} = \frac{V_f \cdot p_f}{T_f}$$

.i)

$$\textcircled{A} \begin{cases} V_A = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ p_A = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ T_A = 300 \text{ K} \end{cases}$$

$$\textcircled{A} \Rightarrow \textcircled{B}$$

$$\frac{V_A \cdot p_A}{T_A} = \frac{2V_A \cdot p_A}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{T_A}{V_A} \cdot 2V_A \Rightarrow T_B = \frac{300 \text{ K}}{8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \Rightarrow T_B = 600 \text{ K}$$

.ii)

$$\textcircled{B} \Rightarrow \textcircled{C}$$

$$\frac{2V_A \cdot p_A}{T_B} = \frac{V_C \cdot 2p_A}{3T_B} \Rightarrow V_C = \frac{2V_A \cdot 3p_A}{2p_A} \Rightarrow V_C = \frac{16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 3(3 \cdot 10^5) \text{ Pa}}{2(3 \cdot 10^5) \text{ Pa}} \Rightarrow V_C = 0.024 \text{ m}^3$$

.iii)

$$\textcircled{C} \Rightarrow \textcircled{D}$$

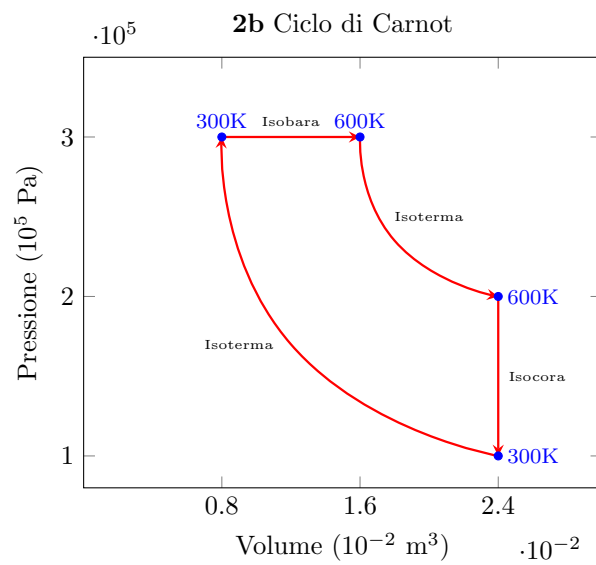
$$\frac{V_C \cdot 2p_A}{3T_B} = \frac{V_C \cdot p_D}{T_A} \Rightarrow p_D = \frac{2p_A \cdot T_A}{3T_B} \Rightarrow p_D = \frac{2(3 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot 300 \text{ K}}{3 \cdot 600 \text{ K}} \Rightarrow p_D = 10^5 \text{ Pa}$$

.iv)

$$\textcircled{D} \Rightarrow \textcircled{A}$$



2b)



2c)

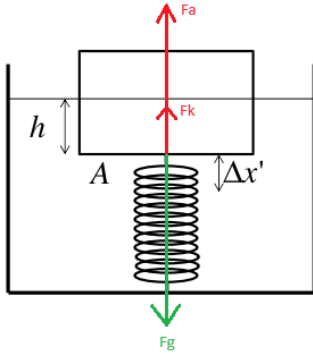
- .i) Il gas si espande tramite lavoro meccanico, di conseguenza si riscalda.
- .ii) La temperatura rimane costante e non causa differenze di energia, dunque rimane invariata.
- .iii) La temperatura diminuisce a causa di uno scambio di calore.

### Esercizio 3

**3a)**  $\vec{F} = m \cdot g \Rightarrow F = 0.2kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} = 1.962N$

$$\Delta x = \frac{F}{k} \Rightarrow \Delta x = \frac{1.962N}{30 \frac{N}{m}} = 0.0654m = 65.4mm$$

**3b)**



**3c)**  $\vec{F}_g = \vec{F}_A + \vec{F}_k \Rightarrow mg = \rho g V + k \Delta x'$

**3d)**  $1.962N = 870 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot 0.012m^2 \cdot 0.03m + 30 \frac{N}{m} \cdot \Delta x' \Rightarrow \Delta x' = -0.037m = -3.7cm$   
 La molla si comprime di 3.7 cm.

### Esercizio 4

4a.a)  $\vec{F}_N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow F_N = 0.15kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot \cos(30^\circ) = 1.27 \text{ N}$

4a.b)  $\frac{v^2}{2} = g\Delta h \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = 2.4 \frac{m}{s}$

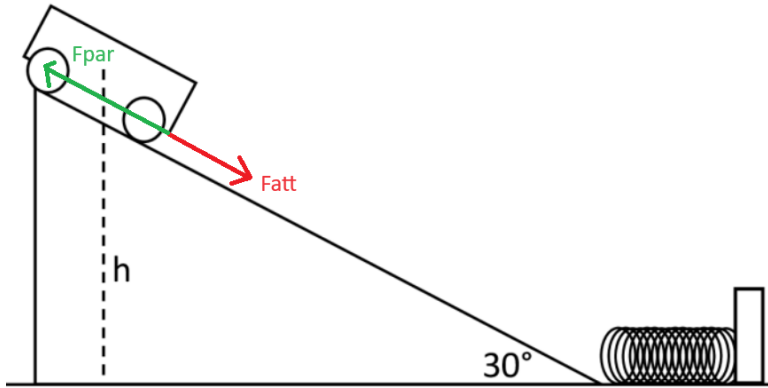
4a.c)  $h' = h \rightarrow$  Non essendoci attrito l'energia cinetica rimane invariata.

4a.d)  $mg\Delta h = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \Rightarrow 0.15kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot 0.3m = 0.44J$

4a.e)  $U_k = \frac{1}{2}k\Delta x^2 \Rightarrow k = \frac{2 \cdot 0.44 \text{ J}}{(0.025 \text{ m})^2} \Rightarrow k = 1408 \frac{N}{m}$

4b.a)  $mg\Delta h' = \frac{1}{2}k\Delta x^2 + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{h'}{\sin(\alpha)}$   
 $\Rightarrow 0.44 \text{ J} - \frac{1}{2} - 1408 \cdot \frac{N}{m} \cdot (0.02 \text{ m})^2 = \mu \cdot 0.15kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot \cos(30^\circ) \cdot \frac{0.3m}{\sin(30^\circ)}$   
 $\Rightarrow \mu = 0.207$

4b.b)



4b.c)  $mg\Delta h'' = \frac{1}{2}k\Delta x^2 + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{h''}{\sin(\alpha)}$   
 $\Rightarrow 0.15kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \Delta h'' = \frac{1}{2} \cdot 1408 \frac{N}{m} \cdot (0.02 \text{ m})^2 + 0.207 \cdot 0.15kg \cdot 9.81 \frac{N}{kg} \cdot \cos(30^\circ) \cdot \frac{h''}{\sin(30^\circ)}$   
 $\Rightarrow h'' = 0.185m$