

Appunti Fisica

Nicola Ferru

Indice

0.1	Premesse...	7
0.2	Simboli	7
I	fisica	9
1	Grandezze fisiche e unità di misura	11
1.1	Sistema internazionale delle unità di misura	11
2	I moti	13
2.1	moto rettilineo uniformemente accelerato	13
2.1.1	Esercitazione 1	13
2.1.2	Esercitazione 2	14
2.1.3	Esercitazione 3	15
2.1.4	Esercitazione 4	15
2.1.5	Esercitazione 5	16
2.1.6	Esercitazione 5	17
3	Modelli atomici	19
3.1	Modello atomico di Bohr-Sommerfeld	19

Elenco delle tabelle

1.1 Unità fondamentali del sistema internazionale 11

1.2 Prefissi per le unità SI^a 11

Elenco delle figure

2.1	figura 1	16
-----	----------	----

0.1 Premesse...

In questo repository sono disponibili pure le dimostrazioni grafiche realizzate con *Geogebra* consiglio a tutti di dargli un'occhiata e di stare attenti perché possono essere presenti delle modifiche per migliorare il contenuto degli stessi appunti, comunque solitamente vengono fatte revisioni tre/quattro volte alla settimana perché sono in piena fase di sviluppo. Ricordo a tutti che questo è un progetto volontario e che per questo motivo ci potrebbero essere dei rallentamenti per cause di ordine superiore e quindi potrebbero esserci meno modifiche del solito oppure potrebbero esserci degli errori, chiedo la cortesia a voi lettori di contattarmi per apportare una modifica.

Cordiali saluti

0.2 Simboli

\in Appartiene	\Rightarrow Implica	β beta
\notin Non appartiene	\Leftrightarrow Se e solo se	γ gamma
\exists Esiste	\neq Diverso	Γ Gamma
$\exists!$ Esiste unico	\forall Per ogni	δ, Δ delta
\subset Contenuto strettamente	\ni : Tale che	ϵ epsilon
\subseteq Contenuto	\leq Minore o uguale	σ, Σ sigma
\supset Contenuto strettamente	\geq Maggiore o uguale	ρ rho
\supseteq Contiene	α alfa	

Parte I

física 1

Capitolo 1

Grandezze fisiche e unità di misura

In fisica, una grandezza è la proprietà di un fenomeno, corpo o sostanza, che può essere espressa quantitativamente mediante un numero e un riferimento (ovvero che può essere misurata quantitativamente).

by Wikipedia

Grandezza	Nome	Simbolo
Tempo	secondo	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Quantità di materiale	mole	mol
Temperatura termodinamica	kelvin	K
Corrente elettrica	ampere	A
Intensità luminosa	candela	cd

Tabella 1.1: Unità fondamentali del sistema internazionale

Per una questione di comodità di lettura esistono i multipli delle unità di misura e vengono indicati con dei prefissi che consente di ridurre il numero di cifre, rendere più veloce la lettura e la scrittura.

Fattore	Prefisso	Simbolo	Fattore	Prefisso	Simbolo
10^{18}	exa-	E	10^{-1}	deci-	d
10^{15}	peta-	P	10^{-2}	centi-	c
10^{12}	tera-	T	10^{-3}	milli-	m
10^9	giga-	G	10^{-6}	micro-	μ
10^6	mega-	M	10^{-9}	nano-	<i>n</i>
10^3	kilo-	k	10^{-12}	pico-	<i>p</i>
10^2	etto-	h	10^{-15}	femto-	<i>f</i>
10^1	deca-	da	10^{-18}	atto-	<i>a</i>

Tabella 1.2: Prefissi per le unità SI^a

1.1 Sistema internazionale delle unità di misura

Il sistema internazionale di unità di misura (in francese: *Système international d'unités*), abbreviato in S.I. (pronunciato esse-*i*), è il più diffuso sistema di unità di misura. Nei paesi anglosassoni sono ancora impiegate delle unità consuetudinarie, un esempio sono quelle statunitensi. La difficoltà culturale nel passaggio della popolazione da un sistema all'altro è essenzialmente legato a radici storiche. Il sistema internazionale impiega per la maggior parte unità del sistema metrico decimale nate nel contesto della

rivoluzione francese: le unità S.I. hanno gli stessi nomi e praticamente la stessa grandezza pratica delle unità metriche. Il sistema è un sistema tempo-lunghezza massa che è stato inizialmente chiamato Sistema MKS, per distinguerlo dal similare Sistema CGS. Le sue unità di misura erano infatti metro, chilogrammo e secondo invece che centimetro, grammo, secondo. By Wikipedia

Capitolo 2

I moti

2.1 Moto uniforme rettilineo

$$x = v * t + x_0 \quad (2.1)$$

Un punto P si muove sull'asse y con $v = 4 \frac{m}{s}$ e posizione iniziale $-6m$. Determina la legge del moto. Dopo quanto tempo $y = 24m$. Quel è lo spazio percorso dopo 8 secondi.

$$y = v * t + y_0 \quad (2.2)$$

$y = 4 * t - 6$

2.2 moto rettilineo uniformemente accelerato

Moto rettilineo uniformemente accelerato. La definizione di moto rettilineo uniformemente accelerato è: il moto di un corpo con accelerazione costante lungo una traiettoria retta sempre nella stessa direzione e identico verso.

2.2.1 Esercitazione 1

Si lascia cadere un sasso in un pozzo. Se il tonfo nell'acqua viene percepito con un ritardo di 2,40s a quale distanza dell'imboccatura del pozzo si trova la superficie dell'acqua? la velocità del suono nell'aria è 336m/s. E se non teniamo conto del tempo cui il suono impiega ad arrivare fino a noi, che errore percentuale commettiamo? Nel calcolare la profondità a cui si trova acqua?

$V_s = 336m/s$ $\Delta t_{tot} = 2,40s$ legge oraria del sasso che cade

$$y(t) = y_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$
$$y(t) = h - \frac{1}{2} g t^2$$
$$y_0 = h$$
$$V_0 = 0$$
$$a = -g = 9,81m/s^2$$

$$\Delta t = t_{caduta} - t_{suono}$$

$$\begin{aligned} h &= V_0 t_{suono} \\ t_{suono} &= \frac{h}{V_s} \end{aligned} \quad \begin{cases} y(t_{caduta}) = 0 \\ h - \frac{1}{2}gt^2 = 0 \end{cases} \quad t_c = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\begin{aligned} \Delta t_{tot} &= \sqrt{2h/g} + \frac{h}{V_0} \rightarrow \frac{\sqrt{2h}}{g} = \Delta t_{tot} - \frac{h}{V_s} \rightarrow \frac{2h}{g} \rightarrow \frac{2h}{g} = \left(\Delta t - \frac{h}{V_s} \right)^2 \\ \Rightarrow (\Delta t)^2 + \frac{h^2}{V_s^2} - \frac{2h}{V_s} \Delta t &= \frac{2h}{g} \rightarrow (\Delta t)^2 - 2 \left(\frac{\Delta t}{V_s} + \frac{1}{g} \right) h + \frac{h^2}{V_s^2} = 0 \end{aligned}$$

Forma ridotta

$$\begin{aligned} h^2 - V_{s^2} \left(\frac{\Delta t + st}{V_s} + \frac{1}{g} \right) h + V_{s^2} \Delta t_{tot}^2 &= 0 \\ h &= V_{s^2} \left(\frac{\Delta t_{tot}}{V_0} + \frac{1}{g} \right) \pm \sqrt{V_{s^2} \left(\frac{\Delta}{V_s} + \frac{1}{g} \right)^2 - V_s^2 \Delta t_{tot}^2} \\ h &= V_{s^2} \left(\frac{\Delta t_{tot}}{V_s} + \frac{1}{g} \right) - \sqrt{V_{s^2} \left(\frac{\Delta t}{V_s} + \frac{1}{g} \right)^2 - V_{s^2} \Delta t^2} \Rightarrow \Delta t_{tot} - \frac{h}{V_s} > 0 \end{aligned}$$

2.2.2 Esercitazione 2

In un particolare gioco per bambini una pallina di massa 50.0 grammi viene lanciata su una pista orizzontale che in un certo punto inizia a piegarsi per formare un anello verticale completo e circolare di raggio $R = 51.0\text{cm}$. Per lanciare la pallina si usa una molla di costante elastica $kel = 100\text{N/m}$. Di quanto deve essere compressa la molla per poter fornire alla pallina la velocità minima che le permette di non cadere nel punto più alto (*si trascurino le forze di attrito; PRECISAZIONE: LA MASSA SCIVOLA SENZA ATTRITO*).

Soluzione

Si può applicare il teorema di conservazione dell'energia meccanica considerando, per l'istante t_1 , l'energia potenziale elastica associata alla massa ferma sulla molla compressa e per l'istante t_2 , l'energia meccanica della massa nel punto più alto ($2 = h_R$) della sua traiettoria. Precisamente, possiamo scrivere:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

Dove K_1 e K_2 sono le energie cinetiche negli istanti t_1 e t_2 , rispettivamente, e U_1 e U_2 sono le energie potenziali negli istanti t_1 e t_2 , rispettivamente. Sulla base delle indicazioni fornite dal testo del problema, possiamo scrivere

$$K_1 = 0; \quad K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2; \quad U_2 = \frac{1}{2}k\Delta x_m^2; \quad U_2 = mgh = 2mgR$$

dove k è la costante elastica della molla, Δx_m è la deformazione in compressione della molla, v_2 è la velocità della massa nel punto più alto della traiettoria. Al riguardo, la forza vincolare, ossia quella che costringe la massa a seguire la traiettoria circolare, può considerarsi nulla nel momento in cui si studia il problema nella condizione limite di “distacco” dalla pista. Ne segue che la sola forza che agisce sulla massa è, in modulo, mg . Dunque, essendo g perpendicolare alla velocità, risulta essere, all’istante t_2 anche l’accelerazione normale, ossia

$$a = g \rightarrow \frac{v_2^2}{R} = g \rightarrow v_2^2 = gR \rightarrow K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mgR$$

Pertanto, facendo le opportune sostituzioni, si ottiene

$$\frac{1}{2}k\Delta x_m^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \rightarrow \frac{1}{2}k\Delta x_m^2 = \frac{5}{2}mgR \rightarrow |\Delta x_m g| = \sqrt{\frac{5mgR}{k}}$$

2.2.3 Esercitazione 3

Una turbina idraulica è azionata da una corrente d’acqua ad alta velocità che urta contro le pale e rimbalza. In condizioni ideali, la velocità delle particelle d’acqua dopo l’urto contro la pala è esattamente nulla così che tutta l’energia dell’acqua si è trasferita alla turbina. Se la velocità delle particelle dell’acqua è 27.0 m/s, quanto vale la velocità ideale della pala della turbina? (*Si consideri l’urto di una particella d’acqua contro la pala come un urto unidimensionale elastico*)

Soluzione

La massa della singola molecola d’acqua è estremamente piccola rispetto a quella della pala, cosicché si può trattare il problema come quello dell’urto elastico unidimensionale di una massa m su una parete (massa virtualmente infinita). Sappiamo che nelle suddette condizioni, nel sistema di riferimento in cui la parete è ferma, il modulo della velocità della massa rimane la stessa prima edopo l’urto. Precisamente, posto $v'_1 > 0$ la proiezione sull’asse x (direzione dell’urto) del vettore velocità all’istante t_1 (poco prima dell’urto), nel sistema di riferimento in cui la parete è ferma, e $v'_2 > 0$ la proiezione sull’asse x del vettore velocità all’istante t_2 (poco dopo l’urto), nello stesso sistema di riferimento, risulta

$$v'_2 = v'_1$$

Il testo del problema ci fornisce i dati delle velocità ($v_1 = 27.0$ m/s, $v_2 = 0$) nel sistema di riferimento di terra, quello in cui la pala (parete) si muove con velocità incognita V (la pala si muove a regime costante e non cambia la sua velocità). Usando le relazioni di trasformazione delle velocità tra sistemi di riferimento in moto relativo con velocità V possiamo scrivere

$$v_1 = V + v'_1$$

$$v_2 = V + v'_2$$

sommando membro a membro e tenendo conto che $v_2 = 0$ si ottiene

$$v_1 = 2V \rightarrow V = v_1/2$$

2.2.4 Esercitazione 4

Un pacco è lasciato cadere su un nastro trasportatore orizzontale. La massa del pacco è m , la velocità del nastro trasportatore è v e il coefficiente di attrito dinamico per il pacco sul nastro è μ_d . Per quanto tempo il pacco striscerà sul nastro? Qual è la distanza percorsa dal pacco durante l'intervallo di tempo calcolato nel punto precedente?

Soluzione

La forza di attrito si oppone allo scivolamento del pacco e, pertanto, trascina il pacco accelerandolo nel verso del moto del nastro. La forza di attrito è anche la risultante delle forze che agiscono sul pacco. Precisamente,

$$m\vec{a} = \vec{F}_r = \vec{F}_{att}$$

$$||\vec{F}_{att}|| = \mu_d mg; \quad F_{att,x}; \quad ma_x = \mu_d mg$$

dove si è preso come asse x quello corrispondente alla direzione del nastro, e come verso positivo quello corrispondente al moto del nastro, che è anche il verso del vettore accelerazione. Il pacco striscerà fino a quando raggiungerà la stessa velocità del nastro (il moto relativo diventa nullo). Pertanto, l'intervallo di tempo richiesto risulta

$$v = a : x \Delta t = \mu_d g \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{v}{\mu_d g}$$

La distanza percorsa si ricava usando le note relazioni della cinematica del moto con accelerazione costante

$$\Delta x = \frac{1}{2} \frac{v^2}{\mu_d g}$$

Si può risolvere il problema seguendo altri percorsi, tutti molto semplici. Ad esempio, si può studiare il problema nel sistema di riferimento del nastro. Supponiamo allora che il nastro si muova nel senso delle x negative. Rispetto al nastro (fermo) il pacco si muoverà con una velocità iniziale v nel senso delle x positive. La forza di attrito, questa volta, ha componente negativa perché tende a frenare il moto del pacco rispetto al nastro ecc. ecc.

2.2.5 Esercitazione 5

Due vettori a e b hanno modulo uguale di 12,7 unità. Sono orientati come in figura e la loro somma vettoriale è r . Trovare:

- le componenti x e y di r
- il modulo di r ;
- l'angolo che r forma con l'asse x .

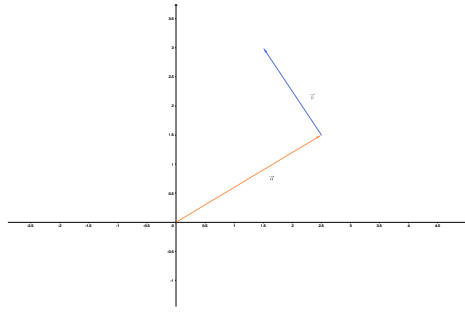


Figura 2.1: figura 1

Con questa formula ricavo il vettore \mathbf{r}

$$\beta = 115^\circ$$

$$|\vec{a}| = |\vec{b}| = 12.7$$

$$\vec{r} = (r_x, r_y) = r_x \hat{i} + r_y \hat{j} = (a_x + b_x, a_y + b_y)$$

$$\vec{r} = \vec{a} + \vec{b}$$

$$\alpha = 28.2^\circ$$

$$\sigma = 180^\circ - \alpha - \beta = 46,8^\circ$$

$$a_x = |\vec{a}| \cos \alpha = 12.7 \cos 28.2^\circ = 11.2$$

$$b_x = -|\vec{b}| \cos \sigma = -8.7$$

$$a_y = |\vec{a}| \sin \alpha = 12.7 \sin 28.2^\circ = 6$$

$$b_y = |\vec{b}| \sin \sigma = 9.3$$

$$\vec{r} = (11.2 - 8.7, 6 + 9.3) = (2.5, 15.3)$$

$$|\vec{r}| = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} = \sqrt{2.5^2 + 15.3^2} = 15.5$$

$$r_x = |\vec{r}| \cos \delta$$

$$r_x = |\vec{r}| \cos \delta$$

$$\cos \delta = \frac{r_x}{|\vec{r}|}$$

$$\delta = \arccos\left(\frac{r_x}{|\vec{r}|}\right) = 80.7^\circ$$

$$V_1 = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 27.9 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 130 \text{ km/h} = 36.1 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 3.0 \text{ min} = 180 \text{ s}$$

2.2.6 Esercitazione 5

$$V_1 = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 27.8 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 100 \text{ km/h} = 130 \text{ km/h} = 36 * 1 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 3.0 \text{ min} = 180 \text{ s}$$

$$S(t) = S_0 + vt$$

$$\text{camion: } s_1(t) = S_0 + r_1 t \quad s_0 = v_1 * \Delta t = 27.8m/s * 180s = 5 * 10^3 m$$

$$\text{auto: } s_2(t) = v_2 * t$$

$$s_1(t_f) = s_2(t_f)$$

$$s_0 + r_1 t_f = v_2 t_f \quad \boxed{t_f = \frac{s_0}{v_2 - v_1}} = \frac{5 * 10^3 m}{(36.1 - 27.8)m/s} = 602s = 10min$$

$$s_1 = v_2 t_f - v_1 t_f = t_f (v_2 - v_1) \quad s_1(t_f) = s_0 + v_1 t_f = 5 * 10^3 m + 27.8m/s * 602s = 21735m = 22km$$

Capitolo 3

Modelli atomici

3.1 Modello atomico di Bohr-Sommerfeld

Il modello atomico proposto da Niels Bohr nel 1913, successivamente ampliato da Arnold Sommerfeld nel 1916, è la più famosa applicazione della quantizzazione dell'energia che, insieme alle spiegazioni teoriche sulla radiazione del corpo nero, sull'effetto fotoelettrico e sullo scattering Compton, e all'equazione di Schrödinger, costituiscono la base della meccanica quantistica.

Il modello, proposto inizialmente per l'atomo di idrogeno, riusciva anche a spiegare, entro il margine di errore statistico, l'esistenza dello spettro sperimentale. Bohr presenta così un modello dell'atomo, facendo intuire che gli elettroni si muovono su degli orbitali. *Questo modello viene ancora utilizzato nello studio dei Semiconduttori.*

By Wikipedia