مقدمه ناشر

به نام خدا

بدون شک مارادونا اسطورهٔ فوتبال جهانه!

جادوگری که از وسط زمین شروع به دریبل‌زدن بازیکنا می‌کنه، سریعاً نزدیک و نزدیک‌تر به دروازه می‌شه و ... goooooal!

حالا برای این‌که مارادونای کنکورتون باشین، یه سری کتاب جیبی براتون تألیف کردیم به اسم نکته‌باز!

در فرایند تألیف کتابای نکته‌باز، هوشمندانه عمل کردیم، این‌طوری که نکات کاملاً ضروری کنکور و استراتژی‌های لازم برای حل سؤالات رو، یک جا براتون آوردیم. علاوه بر همهٔ این‌ها، شما با انتخاب نکته‌باز، می‌تونین در سریع‌ترین زمان ممکن مطالب رو جمع‌بندی کنین، چون تو این کتابا همهٔ مطالب کنکور به صورت نکته‌محور دسته‌بندی شدن.

در پایان جا داره یه تشکر ویژه کنیم از تیم تألیف و تولید خیلی‌سبز که بدون زحماتشون، بدون شک کتابای به این خوبی نداشتیم ...!

مارادونای زندگیت باش ...

مقدمه مؤلف

درس خوندن کار سختیه

و هرگز فکر نکن که

می تونی از پسش بر بیای ...

حالا متن بالا رو از پایین شروع کن به خوندن، فهمیدی چی شد؟ همه چی به نگاه تو بستگی داره. می‌گن بال زنبورا نسبت به جثه‌ای که دارن خیلی کوچیکه و از لحاظ فیزیکی امکان بلند کردن هیکل تُپُل و پشمالوی زنبورا رو نداره، یعنی با مناسبات آیرودینامیکی رو کاغذ، زنبورا هیچ‌وقت نمی تونن پرواز کنن ولی ...

زنبورا پرواز می‌کنن!

چون نگاهشون به پرواز کردن متفاوته ...

درباره این کتاب

توضیحات لازم دربارهٔ کتاب رو به صورت جدول زیر، جمع‌بندی کردیم.

درس‌نامه‌ها	با ۲۱۰ نکته‌باز، کل فیزیک دهم تا دوازدهم جمع‌بندی شده است.
تست‌ها	اکثر تست‌ها از کنکورهای سال‌های اخیر برگزیده شده‌اند و تعدادی هم تست‌های تألیفی در کنار آن‌ها آورده شده‌اند.
قیافه	هر فصل به تعدادی نکته‌باز تقسیم شده است که هر نکته‌باز شامل یک درس‌نامهٔ خلاصه، فرمول‌ها و روش‌های خیلی جالب برای حل تست‌ها است که در انتهای هر بخش در صورت نیاز، تست‌های مرتبط، آورده شده‌اند.
سطح	تمرکز اصلی این کتاب روی جمع‌بندی (نه *سَمبَل*) مطالب کنکور است و چون درس فیزیک در کنکور طی سال‌های اخیر، سطح متوسطی داشته است پس سطح این کتاب نیز متناسب با سطح استاندارد کنکور، تألیف شده است.

ممنونم از تون . . .

- آقای احسان حسینیان که یه دوستی با ایده‌های خیلی قشنگ.
- خانم زهرا جالینوسی که یه همراهِ پرانرژی و بادقتی.
- آقای کیوان صارمی که یه همکارِ صبوری.
- آقای پیام ابراهیم‌نژاد که انقدر مسئولیت‌پذیری.
- انتشارات خیلی‌سبز که خیلی متفاوتی ... .

ارتباط با من

نظرات ارزشمندتون رو ازم دریغ نکنین.

mt72318@gmail.com

@Physicscraze

تقدیم به

آن‌هایی که دوستشان دارم ...

فهرست مطالب

پایه دهم

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری ۱۰

فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد ۲۵

فصل سوم: کار و انرژی ۴۷

فصل چهارم: دما و گرما ۶۷

پایه یازدهم

فصل اول: الکتریسیته ساکن ۹۵

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۱۲۷

فصل سوم: مغناطیس و القای الکترومغناطیسی ۱۶۳

پایه دوازدهم

فصل اول: حرکت بر خط راست ۲۰۱

فصل دوم: دینامیک ۲۴۰

فصل سوم: نوسان و امواج ۲۷۲

فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای ۳۲۶

فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد

۱۱ حالت‌های ماده

ماده

هر چیزی که فضا اشغال کند (حجم داشته باشد).

ذرات ماده

اتم‌ها یا مولکول‌ها، ذرات ماده هستند.

ابعاد اتم‌ها حدود یک تا چند **آنگستروم** ($1\text{ Å} = 10^{-10}\text{ m}$) است.

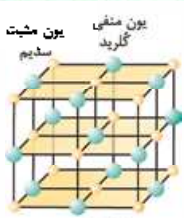
ابعاد مولکول‌ها بستگی به تعداد اتم‌های سازندهٔ آن‌ها دارد، برخی از درشت‌مولکول‌ها مانند بسپارها (پلیمرها) تا ۱۰۰۰ Å می‌رسند.

حالت ماده

بستگی به چگونگی حرکت ذرات ماده و اندازهٔ نیروی بین ذرات ماده دارد.

حالت ماده	حرکت ذرات	نیروی ذرات	فاصلهٔ ذرات
جامد	نوسان در مکان‌های ثابت	زیاد و از نوع الکتریکی	کم و در حدود ۱ Å
مایع	آزادانهٔ نامنظم و کاتوره‌ای	متوسط	کم و در حدود ۱ Å
گاز	آزادانهٔ نامنظم و کاتوره‌ای با تندی زیاد	کم	زیاد فاصلهٔ مولکول‌ها در مقایسه با ابعاد آن‌ها زیاد است؛ مثلاً برای هوا: اندازهٔ مولکول‌ها: ۱ Å تا ۳ Å فاصلهٔ مولکول‌ها: ۳۵ Å

انواع جامدها

نوع	طرح	نحوهٔ تشکیل	مثال	شکل نمونه
بلورین	منظم	آهسته سرد شود.	فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و اکثر مواد معدنی (نه آلی)	
بی‌شکل (آمورف)	نامنظم	سریع سرد شود.	شیشه، قیر	

پدیدهٔ پخش در گازها و مایعات

حالت ماده	علت	مثال
مایع	برخورد مولکول‌های مایع با مولکول‌های دیگر مایعات	جوهر در آب
گاز	برخورد مولکول‌های گاز با مولکول‌های دیگر گازها	عطر در هوا

پلاسما، **حالت چهارم** ماده است که اغلب در دماهای خیلی‌زیاد به وجود می‌آید؛ مانند: مادهٔ درون ستارگان و بیشتر فضای میان ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و مادهٔ داخل لامپ‌های مهتابی.

تست چند مورد از موارد زیر درست است؟

الف) شیشه یکی از جامدهای بلورین است.

ب) فاصلهٔ ذرات مایعات کم‌تر از جامدات است.

پ) نیروی بین ذرات گازها کم‌تر از مایعات است.

ت) پدیدهٔ پخش به علت برخورد ذرات مایع با یکدیگر رخ می‌دهد.

ث) اندازهٔ مولکول‌های هوا حدوداً ۳۵ Å است.

ج) پلاسما درون یخ‌های قطبی یافت می‌شود.

چ) اکثر مواد آلی جزء جامدات بلورین هستند.

۱ ۳ ۲ ۴

پاسخ گزینهٔ ۱ تنها مورد «پ» صحیح است.

۱۲ نیروهای بین مولکولی

نیروهای بین مولکولی **کوتاه‌برد** هستند؛ یعنی وقتی **فاصلهٔ بین مولکول‌ها** چند برابر **فاصلهٔ بین مولکولی** شود، نیروهای بین مولکولی عملاً **صفر** خواهند شد.

چالش یادداشت

بستگی به فاصلهٔ بین مولکول‌ها دارد.

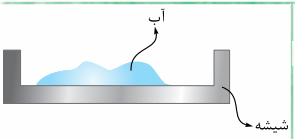
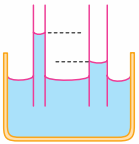
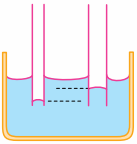
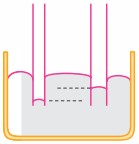
فاصلهٔ بین مولکول‌ها	نیروی بین مولکولی	مثال
اندکی کم شود.	**دافعه**	تراکم‌ناپذیری مایعات
اندکی زیاد شود.	**جاذبه**	آویزان‌شدن قطرهٔ آب از شاخهٔ درخت
زیاد شود. (چند برابر فاصلهٔ بین مولکولی)	**صفر**	گازهای آرمانی

نیروی بین مولکولی	تعریف	مثال
هم‌چسبی	نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های **همسان**	جاذبهٔ مولکول‌های آب با یکدیگر
دگرچسبی	نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های **ناهمسان**	جاذبهٔ مولکول‌های آب با مولکول‌های ظرف شیشه‌ای حاوی آب

نوجه **افزایش دما** و **افزودن ناخالصی** (مثل مایع ظرفشویی) به مایعات ← کاهش نیروهای بین مولکولی (هم‌چسبی و دگرچسبی)

۱۳ پدیده‌های مرتبط با هم‌چسبی و دگرچسبی

پدیده	علت	توضیح
کشش سطحی	هم‌چسبی	سطح مایع مانند یک **پوستهٔ تحت کشش** رفتار می‌کند.
تَرشوندگی	دگرچسبی	مایع، سطح را تَر می‌کند. **هم‌چسبی < دگرچسبی**
		مایع سطح را تَر نمی‌کند. **هم‌چسبی > دگرچسبی**
مویینگی	دگرچسبی (نه فشار هوا)	● بالا یا پایین رفتن مایعات درون لوله‌هایی با قطر داخلی کم‌تر از ۰/۱ mm ● افزایش قطر لوله باعث کاهش اثر مویینگی می‌شود. ● تَرکُنه ← فرورفته بالا می‌ره ● تَر نکُنه ← برآمده پایین می‌ره

پدیده	مثال و شکل	
کشش سطحی	● کروی‌بودن قطره‌های در حال سقوط ● نشستن حشرات روی آب ● قرارگیری تیغ یا گیره روی آب ● تشکیل حباب آب و صابون	
تر شوندگی	آب و شیشهٔ تمیز ← آب شیشه را تر می‌کند.	
	● جیوه و شیشه ← جیوه شیشه را تر نمی‌کند. ● آب و شیشهٔ چرب ← آب شیشهٔ چرب را تر نمی‌کند.	
مویینگی	آب و لولهٔ شیشه‌ای مویین و تمیز ● هم‌چسبی < دگرچسبی ● آب شیشه را تر می‌کند.	
	آب و لولهٔ شیشه‌ای چرب (از داخل) آب داخل لولهٔ شیشه‌ای را تر نمی‌کند ولی بیرون آن را تر می‌کند.	
	جیوه و لولهٔ شیشه‌ای تمیز ● هم‌چسبی > دگرچسبی ● جیوه شیشه را تر نمی‌کند.	

تست **یک قطره از مایع A را روی سطح ظرف B می‌ریزیم. اگر نیروی دگرچسبی بین A و B بیشتر از نیروی هم‌چسبی مولکول‌های A باشد، مایع A .....** (ریاضی خارج ۸۶)

۱) ظرف B را تر نمی‌کند.

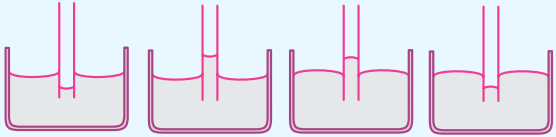
۲) دیگر از ظرف B جدا نمی‌شود.

۳) به صورت گلوله در ظرف B باقی می‌ماند.

۴) به صورت لایهٔ نازکی در ظرف B پخش می‌شود.

پاسخ گزینهٔ ۴ دگرچسبی > هم‌چسبی ← مایع ظرف را تر می‌کند و با توجه به شکل بخش ترشوندگی در جدول، اگر مایع ظرف را تر کند روی آن پخش می‌شود.

تست **اگر یک لولهٔ مویین که دو طرف آن باز است را به طور قائم در جیوه فرو ببریم، به صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر درمی‌آید؟** (تجربی خارج ۹۹)



۱) D ۲) C ۳) B ۴) A

پاسخ گزینهٔ ۱ جیوه، شیشه را تر نمی‌کند پس به صورت برآمده، پایین می‌رود.

۱۴ فشار

$$P = \frac{F_\perp}{A}$$

$F_\perp$: **نیروی عمودی** وارد بر سطح برحسب نیوتون (N)

A: مساحت سطح برحسب متر مربع (m^2) $1cm^2 = 10^{-4}\ m^2$

P: فشار برحسب **پاسکال** (Pa)

- فشار کمیتی **نرده‌ای** و **فرعی** است.
- سازگاری یکاهای فشار به صورت مقابل است:

$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{kg}{m.s^2}$$

(Pa: یکای SI ؛ $\frac{kg}{m.s^2}$: یکای فرعی)

- فشار ناشی از وزن در کف جامدات و مایعات به صورت جدول زیر است:

جسم	رابطهٔ کلی برای هر شکل دلخواه	رابطهٔ جایگزین وقتی شکل جسم منشوری باشد.
جامد	$P = \frac{mg}{A}$	$P = \rho gh$
مایع	$P = \rho gh$	$P = \frac{mg}{A}$

m: جرم برحسب کیلوگرم (kg)

g: شتاب جاذبه برحسب متر بر مربع ثانیه (m/s^2) یا نیوتون بر کیلوگرم (N/kg) $g_{\text{زمین}} = 9/8\ m/s^2 \simeq 10\ m/s^2$

ρ: چگالی برحسب کیلوگرم بر متر مکعب(kg/m^3)

$1\ g/cm^3 = 10^3\ kg/m^3$

h: ارتفاع جامدات یا عمق مایعات برحسب متر (m) $1\ cm = 10^{-2}\ m$

تست **مکعب فلزی توپری به ابعاد $2\ cm \times 4\ cm \times 5\ cm$ و چگالی $8\ g/cm^3$ از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند چند پاسکال است؟ ($g = 10\ N/kg$)** (سراسری ریاضی ۹۸)

۱) $1/6 \times 10^2$ ۲) 4×10^2 ۳) $1/6 \times 10^3$ ۴) 4×10^3

پاسخ گزینهٔ ۴ مکعب شکلی منشوری است پس می‌توانیم به جای رابطهٔ $P=\frac{mg}{A}$ از رابطهٔ $P=\rho gh$ استفاده کنیم. ($P=\frac{mg}{A}$ *همیشه برای جامدات جواب می‌ده، چون رابطهٔ کلی هست ولی ممکنه راهتون طولانی شه!!!*). برای بیشینه‌شدن فشار، مکعب باید روی کوچک‌ترین وجه قرار بگیرد ($۴\,cm\times۲\,cm$)، پس ارتفاع آن باید بیشینه ($۵\,cm$) باشد.

$$\rho=۸\,g/cm^۳=۸\times۱۰^۳\,kg/m^۳$$

$$h=۵\,cm=۵\times۱۰^{-۲}\,m$$

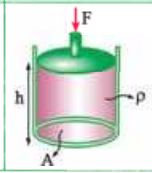
$$P=\rho gh=۸\times۱۰^۳\times۱۰\times۵\times۱۰^{-۲}=۴\times۱۰^۳\,Pa$$

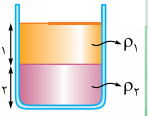
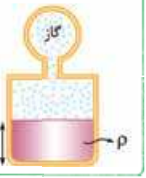
۱۵ انواع فشار در شاره‌ها (مایعات و گازها)

فشار	رابطه
فشار شاره یا فشار ناشی از وزن شاره	$P_{\text{مایع}}=\rho gh$
فشار کل	$P_{\text{کل}}=\rho gh+\underbrace{P_۰}_{\text{فشار هوا}}$
فشار پیمانه‌ای	$P_g=P_{\text{کل}}-P_۰=\rho gh$

به نمونه‌های زیر از محاسبهٔ انواع فشار توجه کنید:

تذکر انواع فشار در ته ظرف‌ها محاسبه شده‌اند.

شکل	فشار مایع	فشار کل	فشار پیمانه‌ای (P_g)
	ρgh	$P_۰+\frac{F}{A}+\rho gh$	$\frac{F}{A}+\rho gh$

شکل	فشار مایع	فشار کل	فشار پیمانه‌ای (P_g)
	$\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$	$P_0 + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$	$\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$
	$\rho g h$	$P_{\text{گاز}} + \rho g h$	$P_{\text{گاز}} + \rho g h - P_0$

تست **در یک لولهٔ استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن $5\ cm^2$ است، ۱۳۶ گرم جیوه و ۱۳۶ گرم آب می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب به ترتیب $13/6\ g/cm^3$ و $1\ g/cm^3$ باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟** ($P_0 = 10^5\ Pa, g = 10\ m/s^2$) (سراسری ریاضی ۹۹ - با اندکی تغییر)

۱۵۴۴۰۰ ۵۴۴۰ ۱۰۵۴۴۰ ۱۰۰۵۴۰

پاسخ گزینهٔ ۳ **توجه** وقتی از کلمهٔ «فشار» به تنهایی استفاده شود، منظور «فشار کل» است.

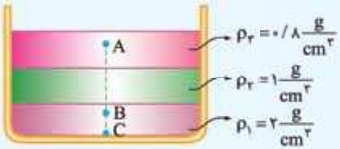
لولهٔ استوانه‌ای، جسمی منشوری است پس به جای $P = \rho g h$ می‌توان از $P = \frac{mg}{A}$ استفاده کرد.

$$m_{\text{کل}} = m_{\text{آب}} + m_{\text{جیوه}} = ۱۳۶ + ۱۳۶ = ۲۷۲\ g = ۲۷۲ \times ۱۰^{-۳}\ kg$$

$$P_{\text{کل}} = P_0 + \frac{m_{\text{کل}} g}{A} = ۱۰^۵ + \frac{۲۷۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۵ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۰۰۰۰۰ + ۵۴۴۰$$

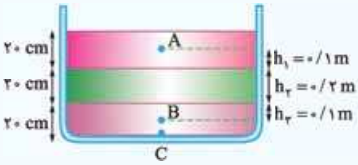
$$= ۱۰۵۴۴۰\ Pa$$

تست در شکل زیر، سه مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی‌های مشخص، قرار دارند و ارتفاع هر لایه از مایع‌ها ۲۰ cm است. اگر $AB = ۴۰\ cm$ و $BC = ۱۰\ cm$ باشد، اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟ $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ (تجربی خارج ۹۹)



۱) ۱۶۰۰
۲) ۲۶۰۰
۳) ۳۸۰۰
۴) ۴۸۰۰

پاسخ گزینهٔ ۴ برای محاسبهٔ اختلاف فشار ΔP بین دو نقطه از مایعات تنها فشار ناشی از وزن مایعات را در نظر می‌گیریم.



$$\Delta P_{AB} = \rho_۱ g h_۱ + \rho_۲ g h_۲ + \rho_۳ g h_۳ = (۰/۸ \times ۱۰^۳) \times ۱۰ \times ۰/۱$$
$$+ (۱ \times ۱۰^۳) \times ۱۰ \times ۰/۲ + (۲ \times ۱۰^۳) \times ۱۰ \times ۰/۱ = ۴۸۰۰\ Pa$$

۱۶ یکاهای فشار

نام یکا	نماد	روش تبدیل به Pa
کیلوپاسکال	kPa	$۱\ kPa = ۱۰^۳\ Pa$
بار	bar	$۱\ bar = ۱۰^۵\ Pa = ۱۰۰\ kPa$
اتمسفر	atm	$۱\ atm \simeq ۱۰^۵\ Pa$

نام یکا	نماد	روش تبدیل به Pa
سانتی‌متر جیوه	cmHg	$\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶\ g/cm^۳$ cmHg $\xrightarrow{\times ۱۳۶۰}$ Pa cmHg $\xleftarrow{\div ۱۳۶۰}$ Pa
		$\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۵\ g/cm^۳$ cmHg $\xrightarrow{\times ۱۳۵۰}$ Pa cmHg $\xleftarrow{\div ۱۳۵۰}$ Pa
تور	torr	$۱\ torr = ۱\ mmHg = \frac{۱}{۱۰}\ cmHg$
پوند ـ نیرو بر اینچ مربع	psi	$۱\ psi \simeq ۶۹۰۰\ Pa$

تست در ارتفاع حدود ۳۰۰۰ متری از سطح دریا، فشار هوا ۶۸ kPa است، این فشار چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($g = ۱۰\ N/kg$ و چگالی جیوه $= ۱۳/۶\ g/cm^۳$) (سراسری ریاضی ۱۴۰۱)

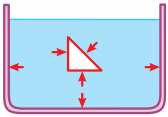
۱) ۶۰ ۲) ۵۵ ۳) ۵۰ ۴) ۴۵

پاسخ گزینه ۳

$$kPa \xrightarrow{\times ۱۰^۳} Pa \xrightarrow{\div ۱۳۶۰} cmHg$$

$$۶۸\ kPa = ۶۸ \times ۱۰^۳\ Pa = \frac{۶۸ \times ۱۰^۳}{۱۳۶۰}\ cmHg = ۵۰\ cmHg$$

۱۷ نیروی عمودی مایع

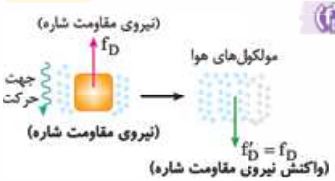


مایعات به **هر سطحی** که با آن در تماس باشند، نیروی عمودی (نه **لزوماً قائم**) وارد می‌کنند.

$$P = \frac{F_\perp}{A} \Rightarrow F_\perp = P \times A$$

اگر در سقوط جسم در هوا، نیروی وزن با نیروی مقاومت هوا برابر شود، تندی جسم در ادامهٔ سقوط ثابت می‌ماند که به آن تندی حدی می‌گویند. $f_D = mg$

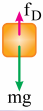
واکنش نیروی مقاومت شاره (f_D)



از طرف جسمی که درون شاره حرکت می‌کند، در جهت حرکت جسم به مولکول‌های شاره (هوا) وارد می‌شود.

۱۴۲ سقوط جسمی با مساحت ثابت در هوا (مثل جعبه و ...)

حرکت تندشونده:

مرحلهٔ اول: اولش تندی صفره.		$v = 0 \Rightarrow f_D = 0$ $\Rightarrow F_{net} = mg$
مرحلهٔ دوم: تندی یه‌کم زیاد می‌شه.		$(\uparrow v \Rightarrow f_D \uparrow),\ f_D < mg$ $\Rightarrow F_{net} = mg - f_D$

حرکت یکنواخت:

مرحلهٔ سوم: تندی به مقدار حدی می‌رسه.		$v = v_{حدی} \Rightarrow f_D = mg$ $\Rightarrow F_{net} = 0$
مرحلهٔ چهارم: با تندی حدی به زمین می‌خوره.		$v = v_{حدی} \Rightarrow f_D = mg$ $\Rightarrow F_{net} = 0$

نمودارها:

۱۴۳ سقوط جسمی با مساحت غیرثابت در هوا (مثل چترباز)

حرکت تندشونده:

مرحلهٔ اول: اولش (چتر بستس) تندی صفره.		$v = 0 \xrightarrow{f_D=0} F_{net} = mg$
مرحلهٔ دوم: تندی یه‌کم زیاد می‌شه. (هنوز چتر بسته است). ← مقاومت هوا هم زیاد می‌شه.		$\uparrow v \Rightarrow f_D \uparrow$ $\xrightarrow{f_D<mg}$ $F_{net} = mg - f_D$

حرکت یکنواخت:

مرحلهٔ سوم: تندی به مقدار حدی می‌رسه و یه مدتی با تندی حدی سقوط می‌کنه (تندی حدی بدون چتر).		$v = v_{\text{حدی بدون چتر}}$ $\xrightarrow{f_D=mg}$ $F_{net} = 0$

حرکت کندشونده:

مرحلهٔ چهارم: چتر رُو باز می‌کنه.

ناگهان f_D افزایش شدید داره. → مساعت یهو زیاد می‌شه.

$$\xrightarrow{f_D>mg} F_{net} = f_D - mg$$

حرکت یکنواخت:

مرحلهٔ پنجم: چتر مثل ترمز تندی رُو کم می‌کنه تا به تندی حدی (با چتر) برسه.

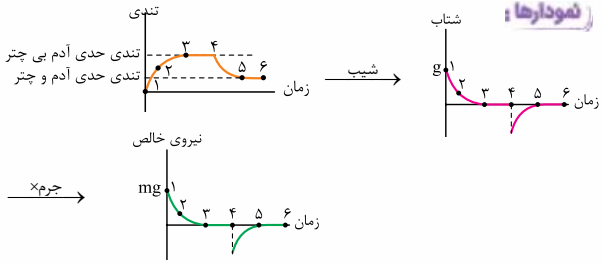
$$v = v_{\text{حدی با چتر}} \xrightarrow{f_D=mg}$$
$$F_{net} = 0$$

تندی حدی بدون چتر بیشتر از تندی حدی با چتر است، زیرا هر چه مساحت جسم زیاد شود تندی حدی آن، کم می‌شود.

مرحلهٔ ششم: با تندی حدی (با چتر) به زمین می‌خوره.

$$v = v_{\text{حدی با چتر}} \xrightarrow{f_D=mg}$$
$$F_{net} = 0$$

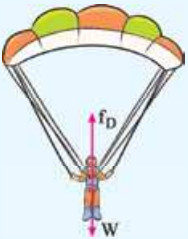
نمودارها:



نوجه برای محاسبهٔ شتاب در هر یک از مراحل، از قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$a = \frac{F_{net}}{m}$$

تست **در شکل زیر، چترباز مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش می‌یابد. از این لحظه به بعد تا قبل از رسیدن چترباز به تندی حدی، کدام مورد دربارهٔ حرکت چترباز درست است؟** (تجربی خارج ۱۴۰۰)



۱) تندی و شتاب افزایش می‌یابند.
۲) تندی و شتاب کاهش می‌یابند.
۳) تندی افزایش و شتاب ثابت می‌ماند.
۴) تندی افزایش و شتاب کاهش می‌یابد.

پاسخ گزینهٔ ۲ از مرحلهٔ (۴) تا مرحلهٔ (۵) قرار گرفته‌ایم. از روی نمودار تندی ـ زمان می‌توان گفت تندی کاهش می‌یابد. از روی نمودار شتاب ـ زمان می‌توان گفت در مرحلهٔ (۴) (بازشدن چتر) شتاب ناگهان منفی می‌شود (جهت آن در خلاف جهت حرکت می‌شود.) و سپس به سمت صفرشدن می‌رود، یعنی اندازهٔ آن کاهش می‌یابد.

تست **چتربازی به جرم ۶۰ kg در حال سقوط در هواست. اگر نیروی مقاومت هوا قبل از بازکردن چتر برابر ۴۸۰ N باشد و پس از بازکردن چتر ۱۵۰ درصد افزایش یابد، نسبت شتاب حرکت بعد از بازکردن چتر به شتاب حرکت قبل از بازکردن چتر کدام است؟** $(g = ۱۰\ m/s^۲)$ (برگرفته از کتاب درسی)

۱) ۵ ۲) ۲ ۳) −۵ ۴) −۲

پاسخ گزینهٔ ۳ قبل از بازکردن چتر (مرحلهٔ ۲):

$$a_۱ = \frac{F_{net}}{m} = \frac{mg - f_D}{m} = g - \frac{f_D}{m} = ۱۰ - \frac{۴۸۰}{۶۰} = ۲\ m/s^۲$$

دقت کنید چون در این مرحله $mg > f_D$ است، پس شتاب حرکت به سمت پایین است.

بعد از بازکردن چتر (مرحلهٔ ۴): مقاومت هوا ۱۵۰ درصد زیاد می‌شود یعنی: $f'_D = ۲/۵ f_D$

$$a_۲ = \frac{F_{net}}{m} = \frac{f'_D - mg}{m} = \frac{f'_D}{m} - g = \frac{۲/۵ \times ۴۸۰}{۶۰} - ۱۰ = ۱۰\ m/s^۲$$

دقت کنید چون در این مرحله $f_D > mg$ است، پس شتاب حرکت به سمت بالا است.

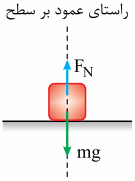
پس شتاب‌ها در خلاف جهت هم هستند و نسبت آن‌ها عددی منفی می‌شود:

$$\frac{a_۲}{a_۱} = -\frac{۱۰}{۲} = -۵$$

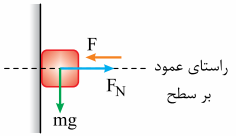
۱۴۴ نیروی عمودی سطح (F_N)

- ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است که این تغییر شکل مربوط به نیروهای بین مولکولی است. (*یعنی به چشم دیده نمی‌شه.*)
- از طرف سطح به جسمی که با آن در تماس است، وارد می‌شود.

- راستای آن، عمود بر سطح و در جهت خروج از سطح است.



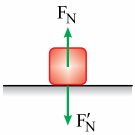
$F_N = mg$

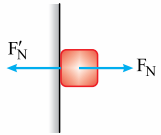


$F_N = F$

واکنش نیروی عمودی سطح (F_N)

از طرف جسم به سطح و در جهت ورود به سطح وارد می‌شود. $(F'_N = F_N)$





توجه! نیروی وزن، واکنش نیروی عمودی سطح نیست!!!

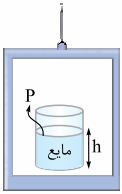
ترازو

- F_N را اندازه‌گیری می‌کند (نه لزوماً mg را !!!).
- در ترازوهایی که برحسب نیوتون اندازه‌گیری می‌کنند: $F_N =$ عدد ترازو
- در ترازوهایی که برحسب کیلوگرم اندازه‌گیری می‌کنند:

$$\text{عدد ترازو} = \frac{F_N}{g_{\text{زمین}}} \simeq \frac{F_N}{10}$$

۱۴۵ آسانسور

داخل آسانسور، مانند سیاره‌ای دیگر است با شتاب گرانش g'. *(یعنی هر جا g دیدی به جاش g' بذار).* در این نوع روش حل، ناظر درون‌آسانسور فرض می‌شود و از دید ناظر، جسم درون آسانسور حرکت نمی‌کند. *(اگرچه در واقعیت حرکت می‌کنه.)*



فشار کف ظرف $p = \rho g' h$

$F_N = mg'$

جهت شتاب به سمت بالا باشد.

$g' = g \oplus a$

جهت شتاب به سمت پایین باشد.

g': گرانش جدید در آسانسور

g: گرانش زمین

a: شتاب حرکت آسانسور

توجه

در برخی تست‌ها، مستقیماً جهت شتاب آسانسور را نمی‌گویند و به جای آن نوع حرکت (تندشونده یا کندشونده) و جهت حرکت آسانسور (بالا یا پایین) را می‌دهند *و ما باید بدونیم که:*

- در حرکت تندشونده: جهت حرکت و جهت شتاب یکسان است.
  - تندشونده رو به بالا ← شتاب به سمت بالا است.
  - تندشونده رو به پایین ← شتاب به سمت پایین است.
- در حرکت کندشونده: جهت حرکت برعکس جهت شتاب است.
  - کندشونده رو به بالا ← شتاب به سمت پایین است.
  - کندشونده رو به پایین ← شتاب به سمت بالا است.

هر حرکتی که از حال سکون شروع شود، تندشونده است.

اگر آسانسور ساکن باشد یا با سرعت ثابت حرکت کند، شتاب صفر است: $g' = g \Rightarrow F_N = mg$

اگر کابل آسانسور پاره شود، آسانسور با شتاب جاذبه (g) سقوط می‌کند $(a = g)$: $g' = g - a = g - g = 0 \Rightarrow F_N = mg' = 0$

تست **در کف آسانسور، باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟** (سراسری ریاضی ۹۸)

۱) الزاماً تندشونده به طرف بالا

۲) الزاماً تندشونده به طرف پایین

۳) تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین

۴) کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین

پاسخ گزینهٔ ۳

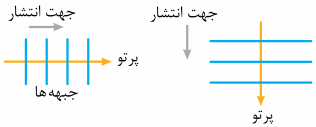
$g < g' \Rightarrow mg < mg' \Rightarrow mg < F_N \Rightarrow$ وزن > عدد ترازو

پس جهت شتاب باید به طرف بالا باشد تا با علامت + در نظر گرفته شود، در نتیجه حرکت آسانسور به صورت تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین است.

تست **شخصی به جرم ۶۰ kg درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم با شتاب ثابت ۲a رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد، ۲۷۰ N است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟** $(g = 10\ m/s^2)$ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)

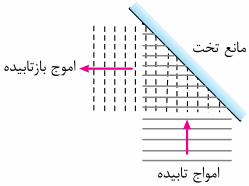
۱) ۳ ۲) ۲ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{3}{4}$

پرتو

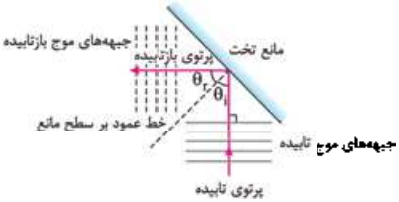


پیکانی عمود بر جبهه‌های موج و در جهت انتشار

نمودار پرتویی



به جای رسم جبهه‌های برخوردکرده به مانع (جبهه‌های تابش) و رسم جبهه‌های بازتاب‌شدهٔ آن، از پرتوهای تابش و بازتاب استفاده می‌کنیم.



زاویهٔ تابش (θ_i)

زاویهٔ پرتوی تابیده (فرودی) با خط عمود بر سطح

زاویهٔ جبههٔ فرودی با سطح = زاویهٔ تابش

زاویهٔ بازتابش (θ_r)

زاویهٔ پرتوی بازتابیده با خط عمود بر سطح

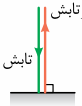
زاویهٔ جبهه‌های بازتاب با سطح = زاویهٔ بازتاب

قانون بازتاب عمومی

همواره زاویهٔ تابش و بازتابش با هم برابرند. $\theta_i = \theta_r$

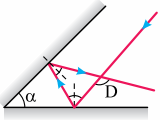
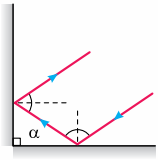
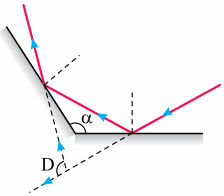
توجه

- بسامد، طول موج و تندی امواج تابش و بازتابش با هم برابرند، اما جهت انتشار تابش و بازتابش متفاوت است.
- اگر پرتوی تابش به صورت عمود بر سطح بتابد، پرتوی بازتابش روی پرتوی تابش و در جهت خلاف آن قرار می‌گیرد.



۱۸۳ دو آینهٔ متقاطع

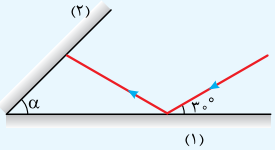
سه حالت برای قرارگیری دو آینهٔ تخت متقاطع وجود دارد که در جدول زیر می‌بینید:

زاویهٔ دو آینه	شکل	زاویهٔ انحراف
۱) $0^\circ < \alpha < 90^\circ$		$D = 2\alpha$
۲) $\alpha = 90^\circ$		$D = 180^\circ$
۳) $90^\circ < \alpha < 180^\circ$		$D = 2(180^\circ - \alpha)$

زاویهٔ انحراف (D): زاویهٔ بین پرتوی تابش و بازتابش نهایی است و برای دو بازتاب، مستقل از زاویهٔ تابش است و فقط به زاویهٔ بین دو آینه بستگی دارد.

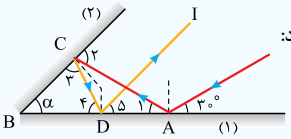
یادآوری در حل سؤالات آینه‌های متقاطع، باید بدانید که جمع زوایای داخلی مثلث برابر 180° است و هر زاویهٔ خارجی مثلث برابر مجموع ۲ زاویهٔ داخلی دیگر است.

تست **مطابق شکل زیر، پرتوی نوری تحت زاویهٔ 30° به آینهٔ تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینهٔ تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینهٔ (۱)، پرتوی نور موازی آینهٔ (۲) شود، زاویهٔ α چند درجه است؟** (سراسری تجربی ۱۴۰۰)



۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

پاسخ **گزینهٔ ۳** طبق صورت تست: یک بازتاب از آینهٔ (۲) و دو بازتاب از آینهٔ (۱) داریم:



پس شکل به صورت روبه‌رو می‌شود:

زاویه‌ها به ترتیب محاسبه شماره‌گذاری شده‌اند.

طبق قانون بازتاب: $\hat{1} = 30^\circ$

در مثلث $\overset{\Delta}{ABC}$ زاویهٔ $\hat{2}$ خارجی است: $\hat{2} = \hat{1} + \alpha = \alpha + 30^\circ$

طبق قانون بازتاب: $\hat{2} = \hat{3} \Rightarrow \hat{3} = \alpha + 30^\circ$

در مثلث $\overset{\Delta}{CBD}$ مجموع زوایای داخلی: $\alpha + \hat{3} + \hat{4} = 180^\circ$

$$\Rightarrow \alpha + (\alpha + 30^\circ) + \hat{4} = 180^\circ \Rightarrow \hat{4} = 150^\circ - 2\alpha$$

پرتوی DI موازی آینهٔ (۲) است و آینهٔ (۱) مورب آن‌هاست؛ پس:

$\hat{5} = \alpha$

طبق قانون بازتاب: $\hat{4} = \hat{5}$

$\Rightarrow 150^\circ - 2\alpha = \alpha \Rightarrow 150^\circ = 3\alpha \Rightarrow \alpha = 50^\circ$

۱۸۴ بازتاب سه‌بعدی

بازتاب سه‌بعدی امواج صوتی

شخصی در کانون یک سطح کاو صحبت می‌کند و شخصی دیگر در کانون سطح کاو روبه‌رو صدای آن را می‌شنود.

کاربرد پژواک: الف) میکروفون سهموی

ب) شکستن سنگ کلیه توسط دستگاه لیتوتریپسی

پژواک: شنیدن بازتاب یک موج با تأخیر زمانی نسبت به موج اولیه.

توجه اگر این تأخیر زمانی کم‌تر از ۰/۱s باشد، گوش انسان پژواک را نمی‌شنود.

کاربرد: الف) مکان‌یابی پژواکی: براساس امواج صوتی بازتابیده، مکان جسم را تعیین می‌کند.

ب ترکیب مکان‌یابی پژواکی و اثر دوپلر، تندی جسم را نیز مشخص می‌کند.

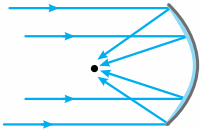
ج خفاش و دلفین با گسیل امواج فراصوت، اشیای ساکن و متحرک را تشخیص می‌دهند.

د دستگاه سونار در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب استفاده می‌شود.

ه سونوگرافی

ج اندازه‌گیری تندی شارش خون

بازتاب سه‌بعدی امواج الکترومغناطیسی



پرتوهای موازی تابیده‌شده به یک سطح کاو در کانون آن جمع می‌شوند.

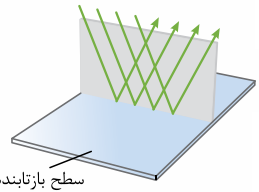
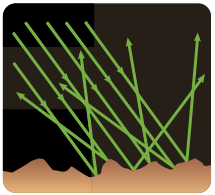
کاربرد:

الف دریافت امواج رادیویی توسط آنتن‌های بشقابی.

ب امواج فروسرخ برای گرم‌کردن آب یا مواد غذایی در اجاق‌های خورشیدی.

ج رادار دوپلری برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها.

انواع بازتاب نور مرئی

نوع بازتاب	بازتاب آینه‌ای (منظم)	بازتاب پخشنده (نامنظم)
	 سطح بازتابنده	

جهت بازتاب	منظم فقط در یک جهت	کاتوره‌ای در تمام جهات
دیده‌شدن سطح	فقط در یک جهت دیده می‌شود.	در تمام جهات دیده می‌شود. (علت دیده‌شدن برگهٔ کاغذ)
نوع سطح	هموار (صیقلی) ابعاد ناهمواری سطح < طول موج نور مرئی	ناهموار ابعاد ناهمواری سطح > طول موج نور مرئی

تست **در کدام موارد زیر، از امواج مکانیکی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود؟** (سراسری تجربی ۱۴۰۲)

الف) اندازه‌گیری تندی شارش خون **ب) دستگاه سونار**

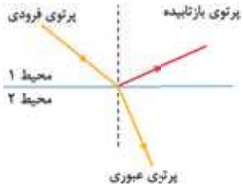
پ) اجاق خورشیدی **ت) رادار**

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) پ و ب ۴) ب و ت

پاسخ گزینهٔ ۱ (الف) و (ب) ← صوت (مکانیکی)

(پ) و (ت) ← الکترومغناطیسی

۱۸۵ شکست موج



- هنگام ورود موج به محیطی جدید، تندی موج تغییر کرده و موج شکسته می‌شود.
- هنگام رسیدن موج به مرز جدایی دو محیط، قسمتی از موج عبور کرده و قسمتی از آن بازتابیده می‌شود.

توجه

طول موج (λ)، تندی (v)، فرکانس (f) و فاصلهٔ جبهه‌های موج برای موج فرودی و موج بازتابش یکسان هستند، اما جهت انتشار و دامنه (A) یکسان نیستند.