

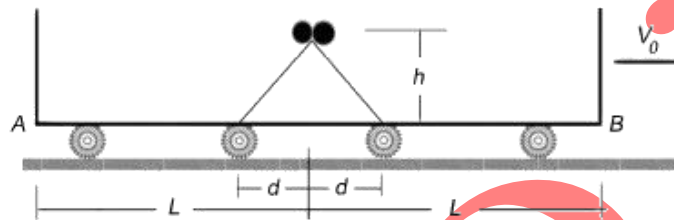
## مکانیک

## حرکت نسبی، دایره‌ای، مقید

## المپیاد فیزیک ایران - دوره ۱ تا ۲۰

-۱

IRYSC.COM واگنی با سرعت ثابت  $V_0$  در حال حرکت است. در بالای سطح شیبدار دو طرفه‌ای که مطابق شکل به وسط کف واگن چسبیده است دو گلوله کوچک یکسان قرار دارند. این دو گلوله همزمان از بالای سطح شیبدار و از حالت سکون نسبت به واگن رها می‌شوند. اختلاف زمان رسیدن گلوله‌ها به نقاط  $A$  و  $B$  عبارت است از:



$$\frac{\sqrt{2gh(L-d)}}{V_0^2} \quad (\text{د})$$

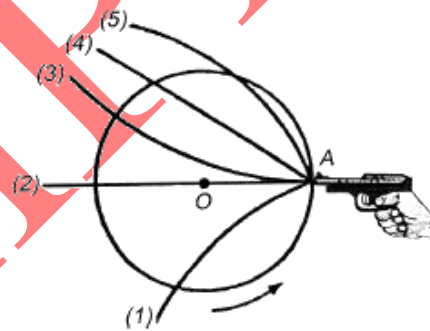
(ج) صفر

$$\frac{\sqrt{2gh(L-d)}}{V_0^2 - 2gh} \quad (\text{ب})$$

$$\frac{\sqrt{2ghL}}{V_0^2 - 2gh} \quad (\text{الف})$$

-۲

IRYSC.COM بر روی یک میز ساکن افقی، تپانچه‌ای مطابق شکل زیر در یک مسیر دایره‌ای به طور یکنواخت حرکت می‌کند. جهت لوله تپانچه همواره به سمت مرکز دایره است و دوران آن در خلاف جهت عقربه‌های ساعت است. در لحظه‌ای که تپانچه از نقطه  $A$  می‌گذرد، گلوله‌ای از آن شلیک می‌شود. کدام یک از مسیرهای مشخص شده در شکل می‌تواند مسیر حرکت گلوله بعد از شلیک باشد؟



(الف) ۱

(ب) ۲

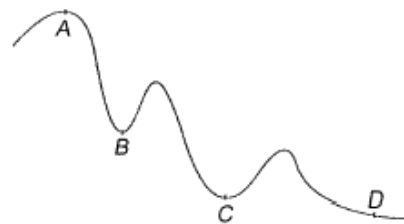
(ج) ۳

(د) ۴

(ه) ۵

-۳

IRYSC.COM اتومبیلی روی یک مسیر افقی مارپیچ، که در شکل نشان داده شده است، حرکت می‌کند. اندازه سرعت اتومبیل ثابت است. شتاب اتومبیل در کدام یک از نقاط زیر بیشترین مقدار است؟



(الف) A

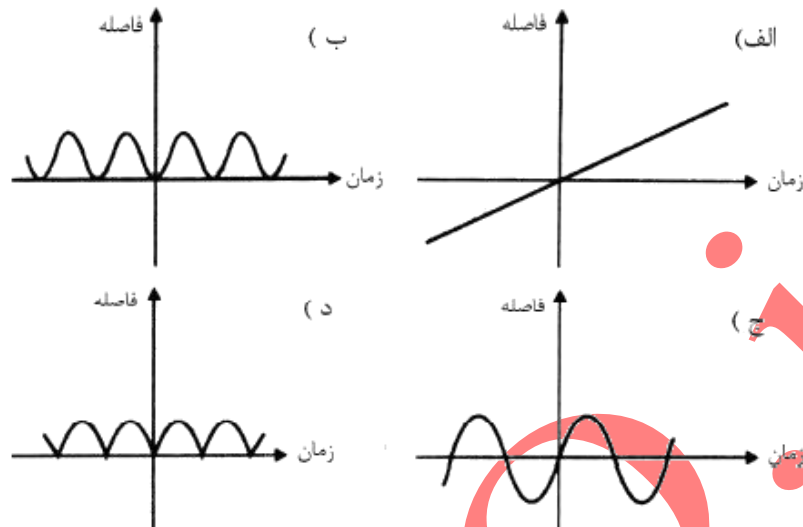
(ب) B

(ج) C

(د) D

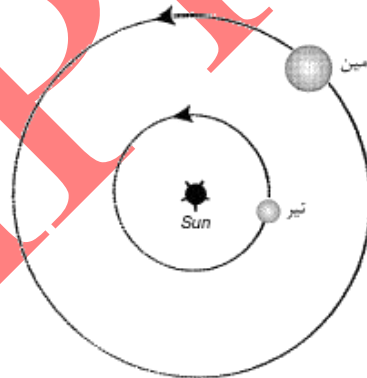
-۴

متحرکی با سرعت ثابت روی دایره‌ای حرکت می‌کند. نمودار فاصله متحرک از نقطه ثابت  $A$  روی محیط دایره، بر حسب زمان شبیه کدام یک از شکل‌های زیر است؟



-۵

زمین و سیاره تیر (عطارد)، هر کدام روی یک مدار تقریباً دایره‌ای دور خورشید می‌گردند. این دو مدار تقریباً در یک صفحه‌اند و جهت گردش زمین و تیر به دور خورشید یکی است. تقریباً سه ماه طول می‌کشد تا تیر یک بار خورشید را دور بزند. فرض کنید در زمان صفر، تیر در کمترین فاصله از زمین باشد؛ به این حالت مقارنه سفلی می‌گویند. اولین باری که مقارنه سفلی تکرار می‌شود چند ماه بعد است؟



الف) پانزده ماه      ب) دوازده ماه      ج) نه ماه      د) چهار ماه      ه) سه ماه

-۶

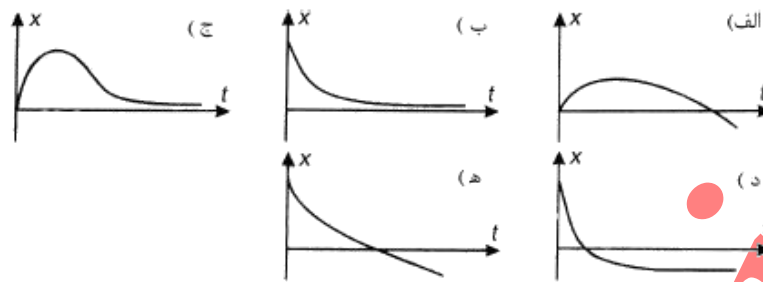
اوتفاع یک فانوس دریایی در کنار ساحل  $2 \text{ km}$  است. یک قایق کوچک از ساحل دور می‌شود. حداکثر فاصله قایق از فانوس چند کیلومتر باشد تا قایقران بتواند آن را ببیند؟ شعاع زمین  $6370 \text{ km}$  است.

-۷

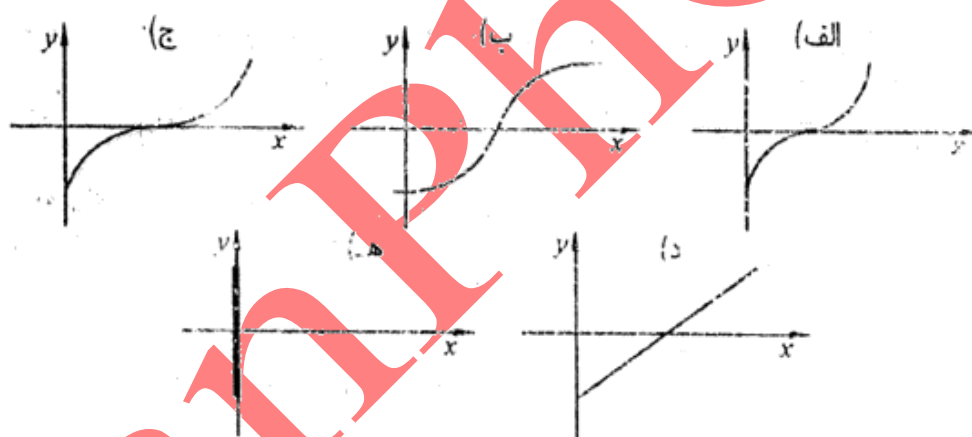
ذره ۱ با سرعت  $v$  به طرف راست حرکت می‌کند و با ذره مشابه دیگری، (ذره ۲) برخورد می‌کند. ذره ۲ ساکن است. از دید یک دستگاه مختصات دیگر، ذره ۱ با سرعت  $v'$  به طرف راست و ذره ۲ با سرعت  $-v'$  حرکت می‌کنند. پس از برخورد، سرعت ذره ۱ در این دستگاه مختصات  $\frac{v}{3}$  و سرعت ذره ۲ در همین دستگاه مختصات  $\frac{v}{4}$  می‌شود. سرعت ذره ۱ پس از برخورد از دید دستگاه مختصات اول چقدر است؟ (راهنمایی: فرض کنید سرعت یک ذره در یک دستگاه مختصات  $v$  باشد. فرض کنید دستگاه مختصات دیگری با سرعت  $V$  نسبت به دستگاه مختصات اول حرکت کند. در این صورت سرعت ذره نسبت به دستگاه مختصات دوم  $v' = v - V$  می‌شود.)

الف)  $\frac{v}{4}$       ب)  $\frac{v}{3}$       ج)  $\frac{2v}{3}$       د)  $\frac{v}{2}$       ه)  $\frac{3v}{4}$

IRYSC.COM  
 سرعت جریان یک رود به است، رود به طرف شرق جریان دارد. روی این رود یک قایق با سرعت ثابت به نسبت به آب به طرف شرق حرکت می‌کند. در  $t = 0$  یک تکه چوب از قایق با سرعت به طرف شرق، نسبت به قایق، در رود پرتاب می‌شود. جهت مثبت را رو به شرق می‌گیریم. نمودار مکان این تکه چوب نسبت به قایق ( $x$ ) بر حسب زمان کدام است؟



فردی می‌خواهد با قایق از رودخانه‌ای عبور کند. سرعت پارو زدن او در آب ساکن را  $v$  بگیرید. او همواره در جهت عرض رودخانه پارو می‌زند. سرعت آب رودخانه از ساحل تا وسط آن تقریباً با فاصله از ساحل نزدیک‌تر متناسب است. منحنی مسیر حرکت قایق کدام است؟ محور  $x$  در طول رودخانه و محور  $y$  در عرض آن است. (۱.۴-)



تدائری روی یک ریل مستقیم حرکت می‌کند. مسافری که در قطار رو به شمال ایستاده است، یک توپ را رها می‌کند و مشاهده می‌کند توپ کمی جلوتر از او به کف قطار می‌رسد. در این صورت: (۱.۳-)

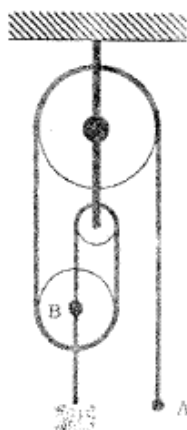
- الف) قطار حتماً به طرف شمال حرکت می‌کند.  
 ب) قطار حتماً به طرف جنوب حرکت می‌کند.  
 ج) قطار حتماً به طرف شمال شتاب دارد.  
 د) قطار حتماً به طرف جنوب شتاب دارد.

یک هواپیما ساعت ۸ صبح به وقت محلی نورتو عازم بلگراد، که در شرق آن واقع است، می‌شود. این هواپیما در همان روز، ساعت ۲۲ و ۲۵ دقیقه به وقت محلی بلگراد وارد آن شهر می‌شود. عرض جغرافیایی هر دو شهر ۴۵ درجه‌ی شمالی است. هواپیما مسیر میان دو شهر را روی مداری که از این دو شهر می‌گذرد با سرعت متوسط  $900 \text{ km/h}$  نسبت به زمین می‌پیماید. طول جغرافیایی نورتو ۷۵ درجه‌ی غربی است. طول جغرافیایی شهر بلگراد چند درجه‌ی شرقی است؟ شعاع کره‌ی زمین را  $6400 \text{ km}$  بگیرید.

(۱۱ نمره)

-۱۲

انتهای طناب (نقطه‌ی A) در شکل به اندازه‌ی  $\ell$  پایین کشیده می‌شود. مرکز قرقره‌ی متحرک (نقطه‌ی B) چقدر جابه‌جا خواهد شد؟

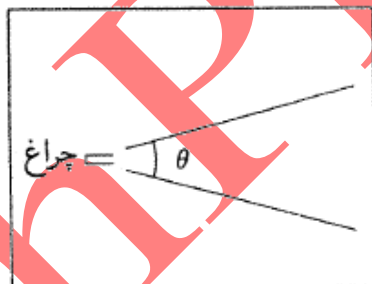
الف)  $\ell$ ب)  $\ell/2$ ج)  $\ell/3$ د)  $\ell/4$ 

(+۳, -۱)

-۱۳

یک چراغ گردان مثل میله‌ی کوتاهی است که در یک صفحه‌ی افقی است. این میله با سرعت زاویه‌ای ثابت  $\omega$  در این صفحه می‌چرخد. (سرعت زاویه‌ای یعنی زاویه‌ی پیموده‌شده بر زمان). نور این چراغ ناحیه‌ای بین دو نیم‌خط در این صفحه را روشن می‌کند. زاویه‌ی این دو نیم‌خط با هم  $\theta$  است. ناظری که به فاصله‌ی  $r$  از چراغ، در صفحه ساکن است، به مدت  $t$  نور این چراغ را می‌بیند، به مدت  $T - t$  نوری نمی‌بیند، و این روند برایش تکرار می‌شود. کدام گزینه درست است؟

(+۴, -۱)

الف) اگر  $r$  زیاد شود،  $t$  کم می‌شود و  $T$  ثابت می‌ماند.ب) اگر  $r$  زیاد شود،  $t$  و  $T$  هر دو کم می‌شوند.ج) اگر  $\omega$  زیاد شود،  $t$  ثابت می‌ماند و  $T$  کم می‌شود.د) اگر  $\omega$  زیاد شود،  $t$  و  $T$  هر دو کم می‌شوند.ه) اگر  $\theta$  زیاد شود،  $t$  و  $T$  هر دو زیاد می‌شوند.

-۱۴

صفحه‌ی مدار زمین و مریخ به دور خورشید، بر هم منطبق است. مدار زمین و مریخ دایره‌ای است. زمین و مریخ در یک جهت دور خورشید می‌گردند و دوره‌ی گردش مریخ بیش از دوره‌ی گردش زمین است. فرض کنید در یک زمان، زمین روی خط واصل خورشید و مریخ، و میان آن‌ها است. پس از  $78^\circ$  روز، برای اولین بار این وضعیت تکرار می‌شود. دوره‌ی گردش مریخ چند روز است؟

(+۵, -۱)

الف)  $73^\circ$ ب)  $78^\circ$ ج)  $768$ د)  $83^\circ$ ه)  $249$ و)  $686$

اطلاعات مربوط به وضعیت زمین، مریخ، و خورشید در مسئله‌ی قبل داده شده. زمین ۱ واحد نجومی و مریخ ۱/۵ واحد نجومی از خورشید فاصله دارند. ۱۹۵ روز پس از آن که زمین (E) و مریخ (M) و خورشید (S) در یک امتداد بودند، زاویه‌ی  $\widehat{MES}$  چند درجه است؟

(+۳, -۱)

ج) ۳۴

الف) ۹۰

د) اطلاعات کافی نیست.

پ) ۵۶

-۱۶-

مطابق شکل پیکان شماره‌ی ۱ جهت سرعت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد، و پیکان شماره‌ی ۲ جهت سرعت چرخش زمین به دور محور خود را نشان می‌دهد. فرض کنید صفحه‌ی استوای زمین و صفحه‌ی مدار زمین به دور خورشید بر هم منطبق اند. شخصی روی استوا ایستاده است. در چه موقع جهت قائم آن شخص (رو به بالا) جهت حرکت زمین به دور خورشید را نشان می‌دهد؟

(+۳, -۱)

الف) طلوع خورشید

ب) ظهر

ج) غروب خورشید

د) نیمه شب

خورشید ●



-۱۷-

در یک بزرگراه شرقی - غربی، خودرویی با سرعت  $120 \text{ km/h}$  به طرف شرق در حرکت است. راننده‌ی این خودرو، کامیون‌هایی را که در طرف دیگر بزرگراه، به سوی غرب می‌روند می‌شمارد، و می‌بیند که هر  $10$  دقیقه  $70$  کامیون از کنار او می‌گذرند. کسی کنار جاده ایستاده است و همین کامیون‌ها را نگاه می‌کند و می‌شمرد. این شخص می‌بیند که سرعت کامیون‌ها  $90 \text{ km/h}$  است، و می‌بیند که در هر ساعت  $N$  کامیون از کنارش می‌گذرند.  $N$  برابر است با

(+۳, -۱)

د) ۴۳۰

ج) ۳۶۰

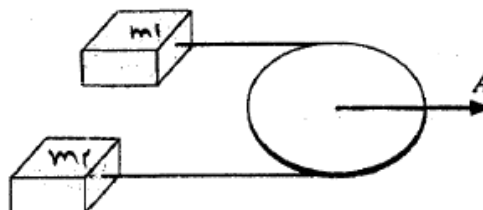
ب) ۱۸۰

الف) ۱۴۰

-۱۸-

دو جرم  $m_1$  و  $m_2$  ( $m_2 > m_1$ ) مطابق شکل توسط نخ‌ی که از روی قرقره‌ای گذشته است به هم وصل شده‌اند. مطابق شکل قرقره و جرم‌ها روی یک سطح افقی هستند و مرکز قرقره با شتاب  $A$  کشیده می‌شود. شتاب  $m_1$  نسبت به زمین  $a_1$  و شتاب  $m_2$  نسبت به زمین  $a_2$  می‌شود. از اصطکاک بین جرم‌ها و زمین، بین نخ و قرقره و هم چنین جرم نخ چشم‌پوشی کنید. کدام گزینه راجع به شتاب جرم‌ها درست است؟

(+۳, -۱)

الف)  $a_1 > A > a_2$ ب)  $a_1 < A < a_2$ ج)  $a_1 = A = a_2$ د)  $a_1 > a_2 > A$

روی لبه‌های یک چرخ  $N$  لکه‌ی مشابه با فاصله‌ی برابر با هم هست. این چرخ با بسامد ثابت  $f$  می‌چرخد. یک چراغ این چرخ را روشن می‌کند و فقط وقتی چراغ روشن است می‌شود این چرخ و لکه‌های آن را دید. این چراغ روشن و خاموش می‌شود و هر بار مدت بسیار کوتاهی روشن می‌ماند. بسامد این روشن و خاموش شدن  $F$  است. کسی که به این چرخ نگاه می‌کند به نظرش می‌رسد چرخ با بسامد  $f'$  می‌چرخد.  $f'$  بر اساس زاویه‌ی ظاهری چرخش چرخ بین دو بار روشن شدن متوالی چرخ ( $\Delta\theta$ ) محاسبه می‌شود.  $\Delta\theta$  چنان است که اگر چرخ را از حالت اولیه به اندازه‌ی  $\Delta\theta$  بچرخانیم، لکه‌ها بر لکه‌های چرخ در حالت بعدی منطبق می‌شوند. البته این کار با زاویه‌های چرخش مختلفی ممکن است. منظور آن زاویه‌ای است که قدر مطلق آن از همه کوچکتر است.  $\Delta\theta$  منفی هم می‌تواند باشد. با فرض  $f < F < 2Nf$ ، مقدارهای  $f'_1$

(۱-، ۰+)

(کمینه‌ی  $f'$ ) و  $f'_2$  (بیشینه‌ی  $f'$ ) کدام است؟

(الف)  $f'_1 = f, f'_2 = f$  (د)  $f'_1 = -f, f'_2 = \frac{f}{3}$

(ب)  $f'_1 = 0, f'_2 = f$  (ه)  $f'_1 = -\frac{f}{3}, f'_2 = \frac{f}{3}$

(ج)  $f'_1 = -f, f'_2 = f$  (و)  $f'_1 = -\frac{f}{3}, f'_2 = \frac{f}{3}$

پاسخنامه

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱		۱۱		۶		۱۶	
۲		۱۲		۷		۱۷	
۳		۱۳		۸		۱۸	
۴		۱۴		۹		۱۹	
۵		۱۵		۱۰			