

## دفترچه سؤالات مرحله اول

# هفدهمین المپیاد نجوم و اخترفیزیک

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۳۹۹	۸+۲۰	۱۵۰ دقیقه

### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱. کد دفترچه‌ی سؤالات شما ۱ است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه‌ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد دفترچه‌ی سؤالات شما که در زیر هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است، یکی باشد.
۲. بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه‌ی برگه‌های دفترچه‌ی سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
۳. یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در بالای پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
۴. برگه‌ی پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهای مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
۵. در سؤال‌های چهار گزینه‌ای هر پاسخ درست ۳ نمره‌ی مثبت و هر پاسخ نادرست ۱ نمره‌ی منفی دارد. در مسأله‌های کوتاه هر پاسخ درست ۶ نمره‌ی مثبت و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.
۶. همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت، جدول تناوبی عناصر و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ماشین حساب و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلّب محسوب خواهد شد.
۷. شرکت‌کنندگان در دوره‌ی تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه‌ی دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند.
۸. داوطلبان نمی‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند. (دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود).
۹. در صورتی که به هر دلیل مثل قطعی برق و خرابی دستگاه تکثیر و ... آزمون با تأخیر شروع شد به همان اندازه، شما وقت اضافه خواهید داشت.



ثوابت فیزیک و نجوم

مقدار		کمیت
$6.67 \times 10^{-11}$	$m^3 s^{-2} kg^{-1}$	ثابت جهانی گرانش G
$3.00 \times 10^8$	$ms^{-1}$	سرعت نور c
$5.67 \times 10^{-8}$	$W m^{-2} K^{-4}$	ثابت استفان - بولتزمن $\sigma$
$9.46 \times 10^{15}$	kg	جرم الکترون $m_e$
$9.46 \times 10^{15}$	m	سال نوری Ly
$3.09 \times 10^{16}$	m	پارسک pc
$1.50 \times 10^{11}$	m	واحد نجومی AU
$1.99 \times 10^{30}$	kg	جرم خورشید $M_{\odot}$
$6.96 \times 10^8$	m	شعاع خورشید $R_{\odot}$
$3.85 \times 10^{26}$	W	درخشندگی خورشید $L_{\odot}$
1362	$W m^{-2}$	ثابت خورشیدی $F_{\odot}$
4.83		قدر مطلق خورشید
-26.7		قدر ظاهری خورشید
0.39	AU	نیم قطر بزرگ مدار عطارد
0.72	AU	نیم قطر بزرگ مدار زهره
71492	km	شعاع مشتری
$1.90 \times 10^{27}$	kg	جرم مشتری
$5.97 \times 10^{24}$	kg	جرم زمین $M_{\oplus}$
6380	km	شعاع زمین $R_{\oplus}$
656.28	nm	طول موج خط $H_{\alpha}$ $T_{\alpha}$
$23^{\circ}.4$		تمايل مداری زمین $\varepsilon$



محاسبات و نکته های مهم





**توجه:**

در این آزمون مسئله‌های کوتاه نمره منفی ندارد. امسال نمره مسئله‌های کوتاه علاوه بر مرحله اول در محاسبه نمره نهایی و کف قبولی مرحله دوم مؤثر خواهند بود.

۱- ستاره‌های T- ثوری در چه مرحله‌ای از تحول خود هستند؟

(۱) رشته اصلی (۲) غول‌ها (۳) پیش رشته اصلی (۴) کوتوله سفید

۲- می‌دانیم فاصله‌سنجی اجرام نجومی روش‌های مختلفی دارد که اصطلاحاً به مجموع این روش‌ها نردبان فاصله گفته می‌شود. در کدام گزینه محدوده معمول فاصله‌یابی برای هر روش به درستی آمده است؟

(۱) اختلاف منظر مثلثاتی: ۱ پارسک تا ۱ کیلوپارسک / متغیرهای قیفاووسی: ۱۰۰ پارسک تا ۱۰ کیلوپارسک

(۲) ابرنواخترهای نوع یک: ۱ کیلوپارسک تا ۱ مگاپارسک / استفاده از رادار: کمتر از ۱ واحد نجومی تا ۱۰ پارسک

(۳) سحابی‌های سیاره‌نما: ۱ مگاپارسک تا ۱ گیگاپارسک / اختلاف منظر مثلثاتی: ۱ کیلوپارسک تا ۱ مگاپارسک

(۴) متغیرهای قیفاووسی: ۱۰۰ پارسک تا ۱۰ مگاپارسک / ابرنواخترهای نوع یک: ۱۰۰ کیلوپارسک و بالاتر

۳- در کدام حالت تمامی ساختارهایی که می‌شناسیم از هم خواهند گسست؟ ( $\Omega_{\Lambda}$  پارامتر چگالی انرژی تاریک است)

(۱)  $\frac{d\Omega_{\Lambda}}{dt} = 0$  (۲)  $\frac{d\Omega_{\Lambda}}{dt} > 0$

(۳)  $\frac{d\Omega_{\Lambda}}{dt} < 0$  (۴) هیچ نیرویی قادر به شکست ساختارهای اتمی و زیراتمی نیست.

۴- در چه صورت دمای زمین ۱۰ درجه کاهش می‌یابد؟ (آلبدوی زمین یا ضریب بازتاب آن  $0.3$  است، محاسبات بدون در نظر گرفتن اثرات جو زمین انجام شود).

(۱) قرار گرفتن در مدار دایروی با تکانه زاویه‌ای ۲٪ بیشتر (۲) قرار گرفتن در مدار دایروی با تکانه زاویه‌ای ۲٪ کمتر

(۳) ۰٫۱ آلبدو افزایش یابد (۴) ۰٫۱ آلبدو کاهش یابد

محاسبات و نکته‌های مهم



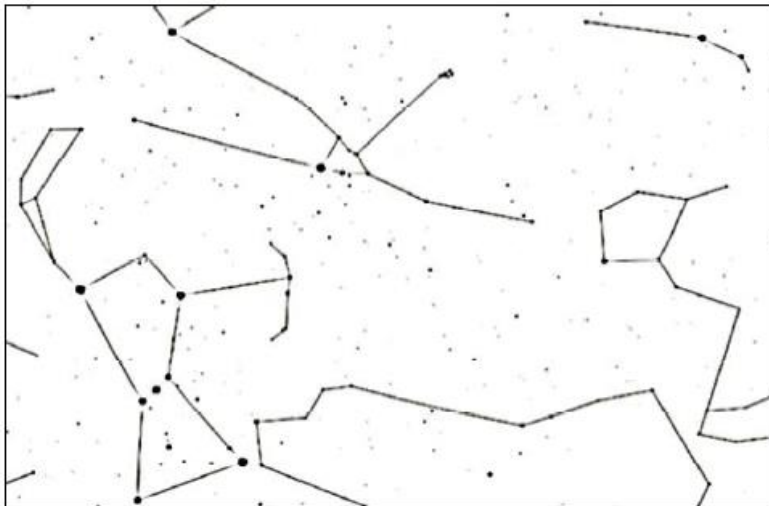


۵- با توجه به اجرام سماوی مختلف، کدام یک از اجرام زیر اندازه کوچکتری دارد؟

- (۱) سیارات مشتری گون داغ  
(۲) کوتوله‌های سفید  
(۳) کوتوله‌های قرمز  
(۴) کوتوله‌های قهوه‌ای

۶- معبد آپسالا (Uppsala) معبد مقدس قوم وایکینگ بوده است که اکنون در کشور سوئد و در عرض جغرافیایی ۶۰ درجه واقع شده است. یکی از رسوم سالیانه قوم وایکینگ‌ها در روزی برگزار می‌شد که مدت زمان سیاهی آسمان (تاریکی کامل) و روشنی آسمان برابر باشد. این اتفاق در چه روزی اتفاق می‌افتد؟

- (۱) ۱ مهر (۲) ۱ آبان (۳) ۱ آذر (۴) ۱ دی



۷- گیلگمش حماسه کهن سومری است که حدود ۴۰۰۰ سال پیش به خط میخی بر روی لوحه‌های گلی نوشته شده است. بسیاری از محققان بر این باورند این متن نه داستان حماسی یک پادشاه بزرگ، بلکه بزرگداشت حرکت تقدیمی ستارگان در پهنه آسمان است. در متن این داستان می‌خوانیم که گیلگمش (صورت فلکی جبار)، گاو آسمانی (ثور) را می‌کشد و پس آن دوره حَمَل آغاز می‌شود. قبل از کشتن گاو، گیلگمش می‌بایست بر نگهبان او، هومبابا (خوشه پروین)، پیروز شود.

فرض کنید در آسمان، گیلگمش با استفاده از تیر و کمان قصد کشتن هومبابا را داشته باشد. او تیری به سمت سر قیطس پرتاب می‌کند تا تیر بازتاب شده به نگهبان برخورد کند. مسیری که نوک تیر طی می‌کند تا به هومبابا برخورد کند حدوداً چند درجه است؟ (هنگام پرتاب، نوک تیر درست روی کمان قرار دارد.)

- (۱) ۳۰ (۲) ۴۵ (۳) ۶۰ (۴) ۷۵



محاسبات و نکته‌های مهم



۸- فزانوردی روی ماه ایستاده است و یک سیب در دست دارد. در داخل سیب، یک کرم وجود دارد که لباس فزانوردی مخصوص کرمها را پوشیده است. فزانورد سیب را با سرعت بسیار زیادی رو به بالا پرتاب می کند به گونه ای که سیب از ماه دور می شود. بعد از لحظه ای که سیب از دست فزانورد جدا شد:

(۱) کرم احساس بی وزنی دارد.

(۲) کرم احساس سنگینی دارد.

(۳) کرم در ابتدا که سیب هنوز به ماه نزدیک است احساس سنگینی دارد، ولی وقتی که به اندازه کافی از ماه دور شد احساس بی وزنی دارد.

(۴) بستگی به سرعت پرتاب دارد.

۹- اگر گاز و غبارهای میان ستاره ای در کهکشان راه شیری همگن و جذب آن ها به ازای پرتوهای فرابنفش ۵ برابر بیشتر از پرتوهای مرئی باشد، با فرض اینکه همه ستارگان کاملاً یکسان و با پخش شدگی یکنواخت باشند، در فیلتر V چند برابر بیشتر از فیلتر U می توان ستاره دید؟ (فرض کنید شدت تابش این ستارگان در همه طول موجها یکسان است)

(۴) ۱٫۸

(۳) ۱۱

(۲) ۱۱۰

(۱) ۱۸۰۰

۱۰- در یک سامانه دوتایی طیفسنجی، دامنه جابجایی خطوط طیفی هر دو ستاره یکسان و برای خطوط  $H\alpha$  حدود ۰٫۲ نانومتر است. اگر فاصله این دو مؤلفه رشته اصلی از هم یک واحد نجومی باشد، مکان قرارگیری آن ها بر روی نمودار هرتسپرنگ-راسل در کدام بخش است؟

(۲) ستاره های رده طیفی K و M

(۱) محدوده کوتوله های سفید

(۴) ستاره های رده طیفی O و B

(۳) ستاره های رده طیفی F و G

۱۱- از بارش های شهابی پر شمار سال، بارش شهابی ربّعی یا Quadrantids در دی ماه هر سال است. اما اکنون صورت فلکی ای در آسمان به این نام وجود ندارد و در میان دیگر صور فلکی به اشتراک گذاشته شده است.

در کدام گزینه صورت های فلکی دربرگیرنده بخش هایی از آن، به درستی اشاره شده است؟

(۲) دب اکبر- ذات الکرسی- اژدها- قیفاووس

(۱) دب اکبر- اژدها- گاوران- هرکول

(۴) نهر- قفنوس- توکان- مار آبی

(۳) مارافسای- میزان- عقرب



**محاسبات و نکته های مهم**



۱۲- تلسکوپ فضایی جیمز وب (جانشین تلسکوپ فضایی هابل در سال جاری میلادی) پس از پرتاب به فضا در نقطه لاگرانژی L<sub>۲</sub> مستقر خواهد شد. طبق برنامه قرار است این تلسکوپ حول این نقطه نوسان کند. کدام یک از گزینه‌های زیر دلیل چنین نوسانی نیست؟

(۱) به علت کار روی امواج فرسرخ ناشی از دورترین کهکشان‌ها، لازم است در نیمسایه زمین قرار گیرد.

(۲) برای شارژ باتری‌های خود، نیاز به تابیده شدن نور خورشید دارد.

(۳) امکان دسترسی آسان‌تر، چنانچه در ابتدا مشکلاتی در تصویربرداری داشته باشد.

(۴) قرارگیری در دماهای کمتر (۴۰ تا ۵۰ کلوین) برای کیفیت تصویر بهتر.

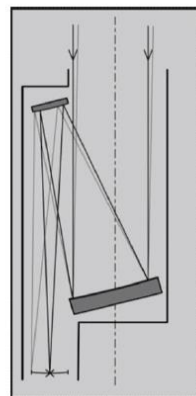
۱۳- تلسکوپ ۳/۴ متری رصدخانه ملی ایران دارای کانون کاسگرین و فاقد تیغه اشمیت است. تصویر این تلسکوپ کجا تشکیل می‌شود؟

(۱) پشت آینه اولیه (۲) جلوی آینه ثانویه (۳) بین آینه اولیه و آینه ثانویه (۴) طرفین تلسکوپ

۱۴- کدام سیاره بیشترین نوسان دما را در طول یک شبانه‌روز دارد؟

(۱) تیر (۲) ناهید (۳) بهرام (۴) کیوان

۱۵- در مدلی جدید از تلسکوپ‌ها که شیفس پیگلر (Schiefspiegler) در زبان آلمانی به معنای مَورَب است) نامیده می‌شوند، همانگونه که در تصویر دیده می‌شود آینه ثانویه جلوی آینه اولیه را نخواهد گرفت و زاویه‌دار بودن هر دوی آن‌ها باعث می‌شود که نور ورودی بدون مانعی به سمت عدسی چشمی هدایت شده و تصویر تشکیل شود.



محاسبات و نکته‌های مهم



به نظر شما این کار کدام یک از اثرات زیر را ایجاد نمی‌کند؟

(۱) مقدار پراش نور که به خاطر وجود آینهٔ ثانویه و بازوهای نگه‌دارنده آن ایجاد می‌شد را کاهش می‌دهد.

(۲) باعث سد نشدن بخشی از نور ورودی و روشنایی بیشتر در تصویر نهایی می‌شود.

(۳) تضاد نوری در جزئیات افزایش یافته و مناسب برای مشاهدات عوارض ماه و دیگر سیارات است.

(۴) اثرات گُما و آستیگماتیسم در تصویر با توجه به نحوه قرارگیری آینه‌ها کاهش می‌یابد.

۱۶- فرض کنید شما ناظری در یک سیارهٔ فراخورشیدی، در حال رصد مشتری و خورشید هستید. از مشاهدات خود دوره تناوب چرخش

مشتری به دور خورشید را ۱۱٫۸۶ سال به دست آورده‌اید. حداکثر جابجایی خط  $H\alpha$  هیدروژن که در طیف خورشید به دلیل چرخش

مشتری به دور آن به وجود می‌آید چند نانومتر است؟

- (۱)  $3.9 \times 10^{-4}$       (۲)  $2.7 \times 10^{-5}$       (۳)  $5.5 \times 10^{-5}$       (۴)  $1.1 \times 10^{-4}$

۱۷- کدام یک از اتفاقات زیر می‌تواند منشأ درخشش پرتوهای گاما (GRB) باشد؟

(۱) مهبانگ      (۲) برخورد دو ستارهٔ نوترونی

(۳) انفجار ابرنواختران نوع II      (۴) کوازاری که در هستهٔ فعال کهکشانی قرار دارد.

۱۸- لیلا، شیرین و بهار بر روی سطح زمین به ترتیب در مختصات‌های  $(\varphi, 0)$  و  $(\varphi, 120^\circ)$  و  $(\varphi, 240^\circ)$  قرار دارند. در یک لحظه هر سه با سرعت

ثابت و برابر و در کوتاه‌ترین مسیر شروع به حرکت می‌کنند به این صورت که لیلا همواره به سمت شیرین حرکت می‌کند و شیرین همواره

به سمت بهار حرکت می‌کند و بهار نیز همواره به سمت لیلا ...

راجع به عرض جغرافیایی آن‌ها در نهایت می‌توان گفت:

(۱) آن‌ها حتماً در قطب به هم می‌رسند.      (۲) آن‌ها همواره در عرض جغرافیایی مشخصی به دور هم می‌چرخند.

(۳) با توجه به مقدار  $\varphi$  آن‌ها ممکن است به قطب برسند یا نه      (۴) فاصلهٔ زاویه‌ای آن‌ها همواره در حال کم شدن است.



محاسبات و نکته‌های مهم





۱۹- بیشترین سرعت زاویه‌ای که از مشتری می‌توانیم ببینیم در چه نقطه‌ای از مدار آن اتفاق می‌افتد؟

(۴) تریب‌ها

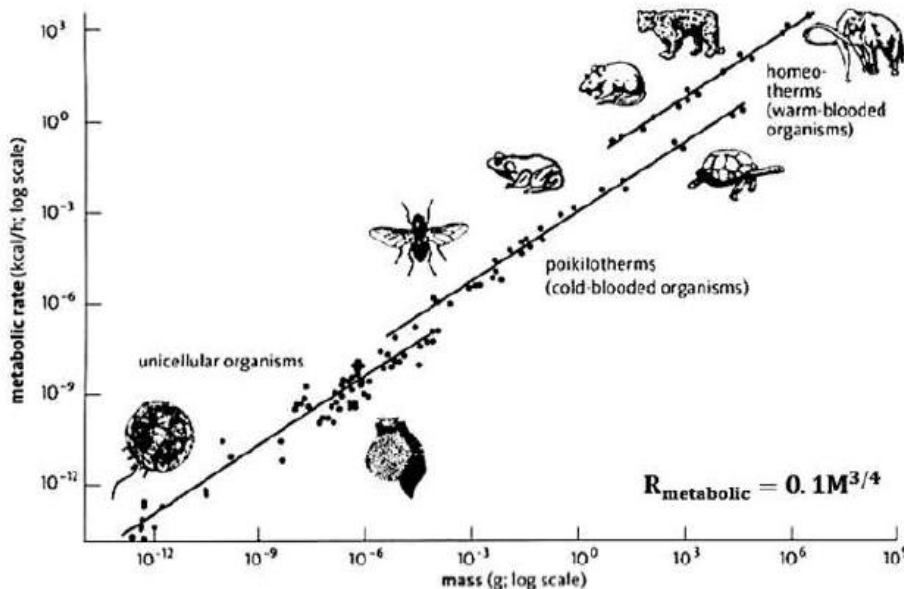
(۳) اقامت‌ها

(۲) مقارنه

(۱) مقابله

۲۰- قانون توانی قانونی بسیار عجیب است؛

بسیاری از پدیده‌ها در طبیعت پارامترهایی دارند که به صورت توانی به هم مربوط می‌شوند که البته هنوز برای بسیاری از این روابط توضیح نظری به دست نیامده است. ماکس کلیبر زیست‌شناس، رابطه‌ای میان نرخ سوخت و ساز حیوانات و جرم آن‌ها به دست آورده است که نمودار مشاهدات وی را می‌بینید. محور افقی



1 kcal/h = 1.162 watts

جرم بر حسب گرم و محور عمودی آهنگ سوخت و ساز بر حسب کیلوکالری بر ساعت است. گونه‌ای آدم فضایی آدم‌خوار در زمین پیدا شده‌اند؛ هر آدم فضایی آدم‌خوار بالغ، به طور متوسط هر پنج روز یک انسان متوسط را خوراک خود می‌کند. با این فرض که سوخت و ساز بدن این آدم فضایی نیز از قانون کلیبر پیروی می‌کند. تخمین بزنید جرم این گونه آدم فضایی چند کیلوگرم است.

صرفاً جهت اطلاع، هر ۱۰۰ گرم خوراک حیوانی شامل استخوان و چربی و ماهیچه و ... حاوی ۲۰۰ کیلوکالری است.

(۴)  $3 \times 10^7$

(۳)  $3 \times 10^5$

(۲)  $3 \times 10^3$

(۱) ۳۰



محاسبات و نکته‌های مهم





## مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه، توضیحات زیر را با دقت بخوانید. در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (متر، کیلوپارسک، ثانیه قوسی و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، به دست آورید. پاسخ معمولاً یک عدد یک رقمی یا دو رقمی صحیح است. سپس خانه‌های این عدد را در پاسخنامه سیاه کنید. توجه داشته باشید که رقم یکان عدد در ستون یکان و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود. اگر پاسخ شما عدد صحیح نشد جواب را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید و در پاسخنامه علامت بزینید. اگر پاسخ عدد یک رقمی شد، فقط در رقم یکان علامت بزینید و رقم دهگان را صفر بزینید یا خالی بگذارید.

دهگان	یکان
○	○
●	●
○	○
○	○
○	○
○	○
○	○
○	○
○	○
○	○

مثال: فرض کنید سرعت یک دنباله‌دار برحسب کیلومتر بر ثانیه خواسته شده است و شما مقدار آن را  $11.2 \text{ kms}^{-1}$  محاسبه کرده‌اید. ابتدا باید این عدد را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا ۱۱ به دست آید. سپس مطابق شکل مقابل، آن را در پاسخنامه وارد کنید. ثوابت فیزیکی و نجومی در ابتدای برگه سؤالات داده شده‌اند. در حل مسئله‌ها فقط از این ثوابت استفاده کنید. اعداد باید تنها یک بار و آن هم در انتهای حل هر مسئله گرد شوند. اگر مرتبه بزرگی جواب از شما خواسته شده بود، پس از محاسبه پاسخ، ابتدا آن را به شکل نماد علمی یعنی  $a \times 10^b$  در آورید و  $b$  را در پاسخنامه کنید. دقت کنید که در این حالت  $1 \leq a < 10$  و  $b$  مرتبه بزرگی است. مثلاً یک واحد نجومی یعنی  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$  در نظر بگیرید. مرتبه بزرگی این عدد ۱۱ است.



محاسبات و نکته‌های مهم

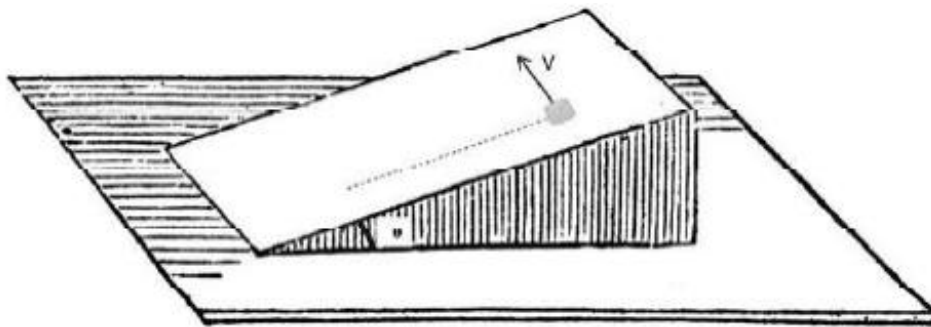


مسئله‌های کوتاه

۱- اگر قرار باشد کره‌ای به شعاع مدار سیاره زمین را پر از خورشید کنیم، مرتبه بزرگی تعداد خورشیدهای مورد نیاز چند است؟

۲- اگر جرم و شعاع یک ستاره در لحظه دو برابر شوند، دمای مرکز ستاره چند برابر می‌شود؟

۳- مکعبی روی سطح شیب‌داری با زاویه  $\theta$  قرار گرفته است. ضریب اصطکاک جنبشی بین سطح و مکعب برابر  $\mu = \tan(\theta)$  است. به جسم ضربه اولیه‌ای (مطابق شکل زیر) وارد می‌کنیم تا شروع به حرکت کند. ضربه در راستای افقی (راستای عمود بر مسیر مستقیم سطح شیب‌دار) وارد شده و سرعت اولیه در این راستا برابر  $V$  است. بعد از مدتی طولانی، سرعت مکعب چند درصد سرعت اولیه است؟



۴- تلسکوپ رادیویی آرسیبو (Arecibo Telescope) که قطری به اندازه ۳۰۵ m دارد، در سال ۱۹۶۳ میلادی (۱۳۴۲ شمسی) ساخته شد و امسال در تاریخ ۱ دسامبر ۲۰۲۰ (۱۱ آذر ۱۳۹۹ شمسی) پس از ۵۷ سال فرو ریخت و دچار آسیب شدیدی شد. معمولاً در تلسکوپ‌های رادیویی، توان دریافت شده در تلسکوپ را برای راحتی بیشتر بر حسب dB بیان می‌کنند که رابطه آن به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$P(\text{dB}) = -10 \cdot \log(P(\text{watt}))$$

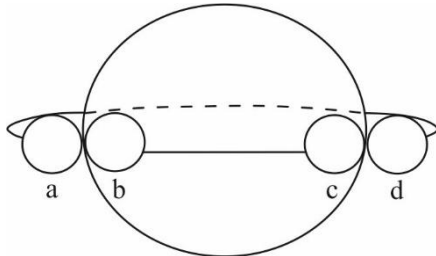
کمترین توانی که تلسکوپ آرسیبو می‌توانست اندازه بگیرد ۱۰۸٫۲۴ dB بود. کهکشان M۸۷ در فاصله ۶۰ میلیون سال نوری از ما در صورت فلکی سنبله قرار دارد. اگر توان کل اندازه‌گیری شده از این کهکشان در بازه طول موج رادیویی توسط تلسکوپ آرسیبو ۲۰۰ برابر بیشتر از کمینه توانی باشد که این تلسکوپ می‌تواند اندازه بگیرد، مرتبه بزرگی درخشندگی گسیل شده از کهکشان M۸۷ در این بازه طول موج چقدر است؟



محاسبات و نکته‌های مهم



۵- یکی از راه‌های کشف سیارات فراخورشیدی، بررسی روشنایی ظاهری ستاره مادر است. هنگامی که سیاره از جلوی ستاره مادر خود عبور می‌کند، سبب کاهش روشنایی ظاهری آن می‌شود. در شکل زیر مدار یک سیاره فراخورشیدی را که زاویه تمایل مداری آن  $i = 90^\circ$  است، می‌بینید. با بررسی منحنی نوری ستاره مادر جدول زیر تهیه شده است که در آن موقعیت  $a$  را مبدأ زمانی گرفته‌ایم و سایر مقادیر جدول زمان گذشته از این موقعیت هستند. با توجه به اطلاعات داده شده،  $1000$  برابر بیشترین تغییر قدر ظاهری ستاره چقدر است؟



$t_a$	$0$
$t_b$	$34,32$ days
$t_c$	$171,11$ days
$t_d$	$205,43$ days

۶- می‌خواهیم فضایی را از سطح زمین برای بررسی سطح خورشید بفرستیم به این صورت که فضاپیما بسیار به سطح خورشید نزدیک شود ولی داخل آن نرود. می‌خواهیم برای داده‌گیری بیشتر از خورشید مسیر حرکت فضاپیما به گونه‌ای طراحی شده باشد که در نزدیکی سطح خورشید کمترین سرعت ممکن را داشته باشد. این سرعت حداقل چقدر است؟ (چند برابر سرعت مداری زمین است؟)

۷- فرض کنید ۴ ماهواره استوایی مخابراتی داریم که همگی در یک مدار به دور زمین می‌چرخند. مدار این ماهواره‌ها به گونه‌ای است که سطح قابل رویت آن‌ها بر روی زمین هیچ همپوشانی‌ای ندارند ولی مجموعاً سطح قابل مشاهده آن‌ها در این حالت بیشینه است. (یعنی در بیشترین ارتفاعی هستند که هم‌پوشانی نداشته باشند) حساب کنید که نسبت ناظرانی که هیچ وقت هیچ یک از این ماهواره‌ها را نمی‌بینند به ناظرانی که در یک لحظه آن‌ها را نمی‌بینند چند درصد است. (فرض کنید ناظران به صورت یکنواخت بر روی زمین پخش شده‌اند).

۸- نخستین و تنها دیدار رستم و تهمینه در سمنگان ( $l = 68,7^\circ$  و  $\phi = 36,3^\circ$ ) در شاهنامه این چنین وصف شده است:

شاهنگ بر چرخ کردان بگشت

چونیی ز تیره شب اندر گذشت

بیت را به این صورت معنی می‌کنیم که پیش از نیمه شب شاهنگ ( $\alpha = 6h 46m$  و  $\delta = -16^\circ 44'$ ) طلوع کرده و دقیقاً در زمان نیمه شب، غروب می‌کند. با صرف نظر از حرکت تقدیمی زمین، این دیدار چند روز با نزدیک‌ترین نقطه اعتدال فاصله دارد؟

محاسبات و نکته‌های مهم







**\*\* توجه \*\***

در کلید آزمون مرحله اول امسال در بخش سؤالات کوتاه پاسخ فقط امکان وارد کردن یک عدد وجود داشت. با توجه به این که دانش آموزان در زمان آزمون ممکن است با در نظر گرفتن خطاهای معمول مربوط به گرد کردن اعداد یا بعضی فرضیات فیزیک و ریاضی درست، جواب‌های متفاوتی به دست آورده باشند در جدول زیر محدود جواب‌های درست سؤالات کوتاه پاسخ آزمون مرحله اول امسال داده شده است. این بازه‌ها در زمان تصحیح برگه‌های دانش آموزان در نظر گرفته شده است.

شماره سؤال کوتاه پاسخ	جواب در کلید	جواب‌های درست
۱	۶	۶ و ۷
۲	۱	فقط جواب ۱ درست است
۳	۵۰	فقط جواب ۵۰ درست است
۴	۳۵	فقط جواب ۳۵ درست است
۵	۴۵	۴۴ و ۴۵
۶	۲۱	۲۰ و ۲۱
۷	۷۰	۶۹ و ۷۰ و ۷۱
۸	۱	۱ و ۲

