

به نام خالق ستارگان



12th IOAA team
I.R.IRAN

آزمون شبیه از مرحله اول

المپیاد نجوم و اختر فیزیک

شماره ۲

- در این آزمون ۱۶ برگ سوال (به همراه جلد) و یک برگ پاسخنامه به شما تحویل داده شده است که پیش از شروع آزمون از کامل بودن آن اطمینان حاصل کنید.
- توصیه می شود در ابتدا جدول ثوابت را مطالعه نمایید.
- این آزمون شامل ۳۵ سوال چهارگزینه ای میباشد.
- مدت زمان آزمون ۴ ساعت است.
- استفاده از ماشین حساب غیرقابل برنامه ریزی مجاز است.
- استفاده از هرگونه یادداشت، اطلس های نجومی و لوازم الکترونیکی ممنوع است.
- هر پاسخ درست ۳ نمره ی مثبت و هر پاسخ اشتباه ۱ نمره ی منفی دارد.
- پس از اتمام آزمون تمامی برگه های سوال و چرک نویس را به همراه پاسخنامه به مراقب تحویل دهید.

ثوابت فیزیکی و نجومی

c	سرعت نور	3×10^8	ms^{-1}
h	ثابت پلانک	6.63×10^{-34}	J.s
k	ثابت بولتزمان	1.38×10^{-23}	JK^{-1}
G	ثابت گرانش	6.67×10^{-11}	$\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$
ϵ_0	ضریب گذردهی خلاء	8.85×10^{-12}	$\text{C}^2\text{m}^{-2}\text{N}^{-1}$
e	بار الکترون	1.6×10^{-19}	C
σ	ثابت استفان-بولتزمان	5.67×10^{-8}	$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$
$a=4\sigma/c$	ثابت تابش	7.56×10^{-16}	$\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-4}$
g	شتاب گرانش در سطح زمین	10	ms^{-2}
AU	واحد نجومی	1.5×10^{11}	m
Pc	پارسک	3.09×10^{16}	m
$M_{\odot}$	جرم خورشید	1.99×10^{30}	kg
$R_{\odot}$	شعاع خورشید	6.96×10^8	m
$L_{\odot}$	درخشندگی خورشید	3.85×10^{26}	W
$m_{\odot}$	قدر ظاهری خورشید	-26.7	-
$M_{\odot}'$	قدر مطلق خورشید	4.72	-
$M_{\oplus}$	جرم زمین	5.97×10^{24}	kg
$R_{\oplus}$	شعاع زمین	6378	km
M_m	جرم ماه	7.35×10^{22}	kg
β	ضریب همجوشی هیدروژن	0.007	-
H_0	ثابت هابل	69	$\text{kms}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$
R_H	ثابت ریدبرگ	1.097×10^7	m^{-1}
ϵ	میل دایره البروج	23.5	deg
φ_{teh}	عرض جغرافیایی تهران	35.8N	deg
l_{teh}	طول جغرافیایی تهران	51.5E	deg
φ_{mel}	عرض جغرافیایی ملبورن	38	deg
l_{mel}	طول جغرافیایی ملبورن	145E	deg
$M_{procyon}$	جرم شعرای شامی	1.499	$M_{\odot}$
$R_{procyon}$	شعاع شعرای شامی	2.048	$R_{\odot}$
C_{water}	ظرفیت گرمایی ویژه آب	4200	$\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$

۱- کوتوله سفیدی به جرم ۱,۲ جرم خورشید و دمای سطحی ۳۰۰۰ کلوین در فاصله ۱۰۰ پارسی از ما قرار دارد. قدرظاهری این ستاره را حساب کنید.

(راهنمایی: برای کوتوله‌های سفید حاصل ضرب جرم در حجم مقداری ثابت است.)

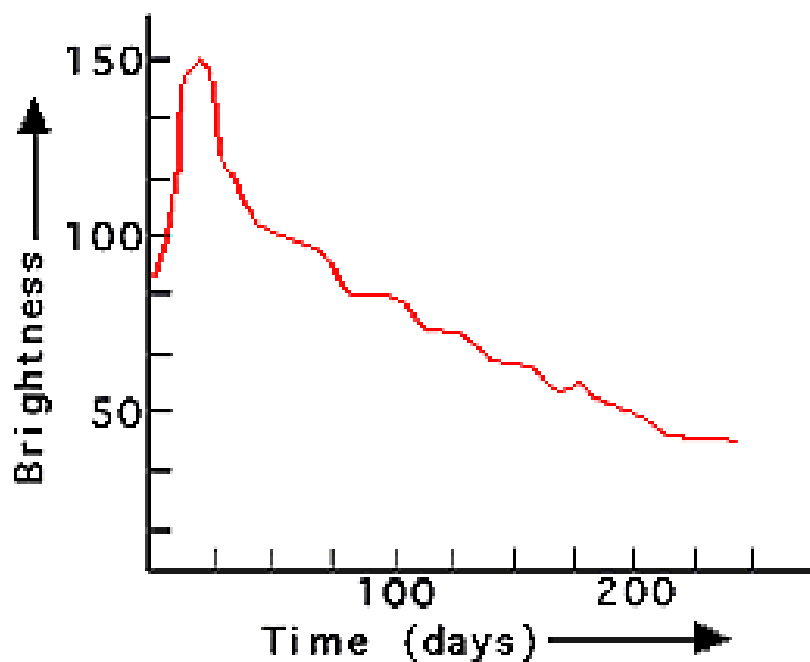
۱۰,۹ (۱)

۵,۹ (۲)

۹,۱ (۳)

۴,۱ (۴)

۲- تصویر زیر نشان دهنده نمودار روشنایی نسبی یک ابرنواختر بر حسب زمان است. ستاره‌شناسان قدر ظاهری این ابرنواختر را در روز ۲۰۰ ام حدود ۱۴,۳ به دست آورده‌اند. کمینه‌ی قدر ظاهری این ابرنواختر چقدر بوده است؟



۱۲,۳ (۱)

۱۳,۶ (۲)

۱۲,۸ (۳)

۱۳,۱ (۴)

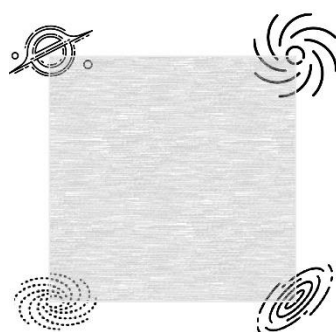
۳- گروهی از منجمین آماتور ایرانی به منظور عکاسی از صورت فلکی های جنوبی، به اطراف شهر ملبورن در کشور استرالیا سفر میکنند. پرواز آنها از تهران، ساعت دو بامداد به وقت محلی تهران آغاز میشود. اگر سرعت میانگین هواپیما ۱۰۵۰ کیلومتر در ساعت باشد، آنها در چه ساعتی به وقت محلی ملبورن به مقصد خواهند رسید؟ (از چرخش زمین صرف نظر کنید).

(۱) ۲۰:۳۰

(۲) ۲۱:۰۰

(۳) ۲۱:۳۰

(۴) ۲۲:۰۰



۴- مدت زمانی که طول می کشد مساحت محصور بین ۴ کپکشان که مطابق شکل چهار راس یک مربع هستند، ۲ برابر شود چند میلیارد سال است؟

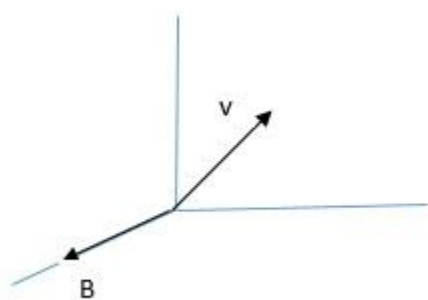
(۱) ۱۱۰

(۲) ۰,۳

(۳) ۲۰

(۴) ۵

۵- نیروی وارد بر بار متحرک هنگام حرکت در میدان مغناطیسی از رابطه $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ به دست می آید که در آن q بار ذره متحرک، $\vec{v}$ بردار سرعت ذره و $\vec{B}$ بردار میدان مغناطیسی است. در دستگاه مختصات زیر این دو بردار مشخص شده اند. فرض کنید در صفحه $y - z$ یک آینه تخت قرار دهیم، تصویر بردار نیرو در آینه در کدام گزینه به درستی نشان داده شده است؟ (دستگاه مختصات راست گرد و محور x آن به سمت بیرون از صفحه است).



(۱)



(۲)

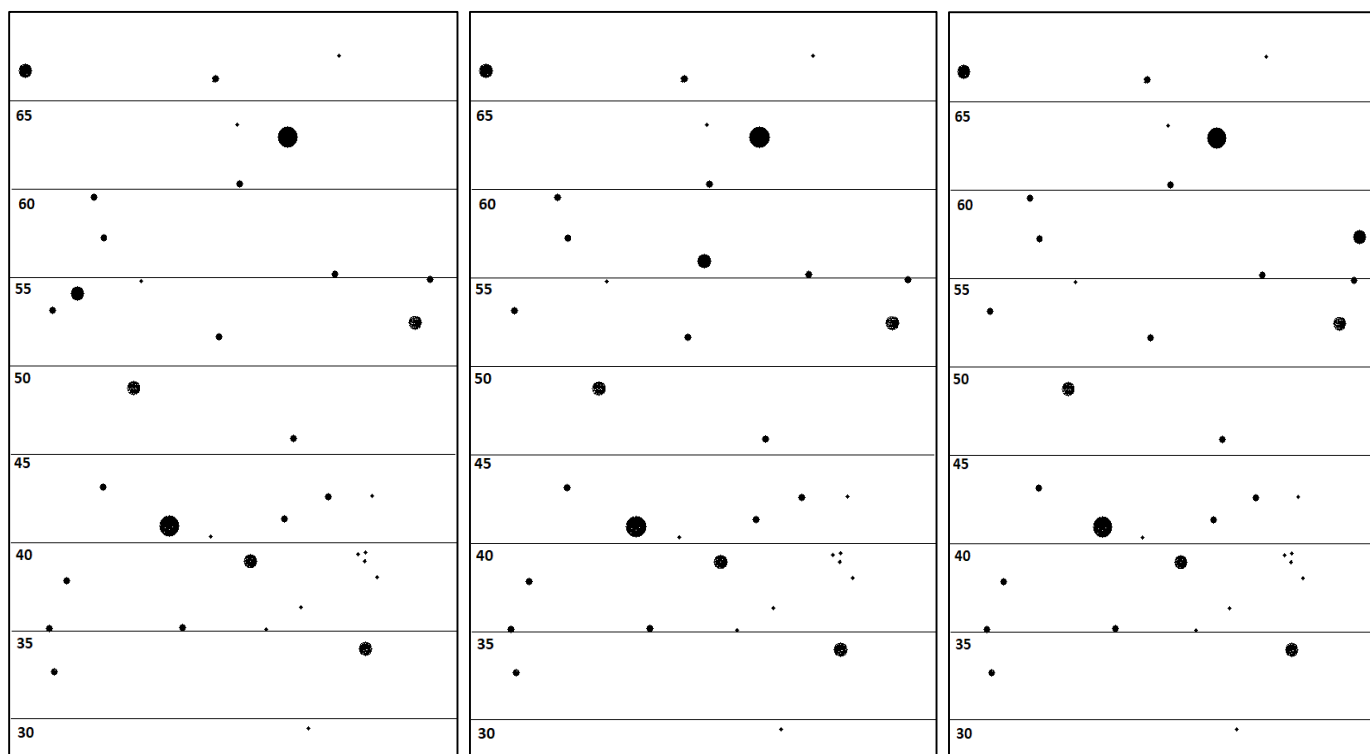


(۳)



(۴)

۶- یک رصدگر و ستاره‌شناس آماتور که علاقه‌ی زیادی به سیارک‌ها دارد، در طول مدت زمان چند ماه، سه عکس از ناحیه‌ای از آسمان گرفته است که یک سیارک در آن وجود دارد. خطوط موازی نشان دهنده‌ی خطوط میل هستند که میل مربوط به هر خط، در سمت چپ تصویر نوشته شده است. میل این سیارک تقریباً چقدر است؟



۳۵ (۱)

۴۵ (۲)

۵۵ (۳)

۶۵ (۴)

۷- قدر معادل میزان نوری که از یک ستاره در زاویه فضایی $5 \times 10^{-8} \text{ str}$ دریافت میکنیم را m می‌نامیم. ستاره‌ی X یک ستاره‌ی خورشیدگون است که در فاصله ۱۰ پارسک از ما قرار دارد. $m_x - m_\odot$ را حساب کنید.

-۲۳,۷ (۱)

-۱۰,۴ (۲)

۰ (۳)

-۳۱,۵ (۴)

۸- همانطور که مشاهده کرده‌اید در زمستان حتی در زمانی که آب روی سطح زمین یخ زده است آب درون جوی های خیابان جاری است. می‌خواهیم تاثیر اصطکاک را در این پدیده بررسی کنیم. برای مثال فرض کنید جوی آب خیابان ولیعصر از شمال تا جنوب آن به طول ۱۰ کیلومتر کشیده‌است همچنین فرض کنید آب در طول مسیر با سرعت ثابت حرکت میکند و شیب خیابان نیز برابر ۱۰ درجه می‌باشد. تخمین بزنید دمای آب به علت کار این اصطکاک چند درجه افزایش می‌ابد؟

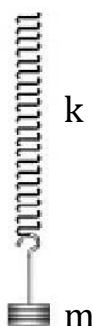
(۱) ۲ درجه سانتی گراد

(۲) ۴ درجه سانتی گراد

(۳) ۶ درجه سانتی گراد

(۴) ۸ درجه سانتی گراد

۹- جسمی به جرم m را از فنری به ثابت k آویزان می‌کنیم. اگر طول فنر را نصف کنیم فرکانس نوسانات فنر چند برابر می‌شود؟



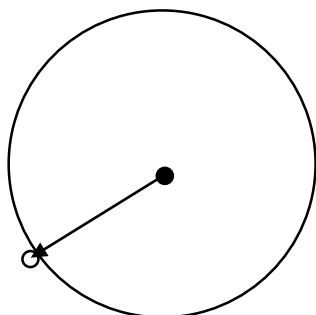
(۱) ۱

(۲) $\sqrt{2}$

(۳) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

(۴) ۲

۱۰- میدانیم اگر جسمی به صورت یکنواخت در مسیر دایره‌ای شکل حرکت کند و ما آن را از لبه مشاهده کنیم، حرکت جسم را مانند حرکت فنر می‌بینیم. (شتاب متناسب با توان اول فاصله از مرکز نیرو: $F = -kx$) حال اگر همین کار را برای زمین انجام دهیم، ثابت فنر (k) قدر خواهد شد؟



(۱) $2.36 \times 10^{11} N/m$

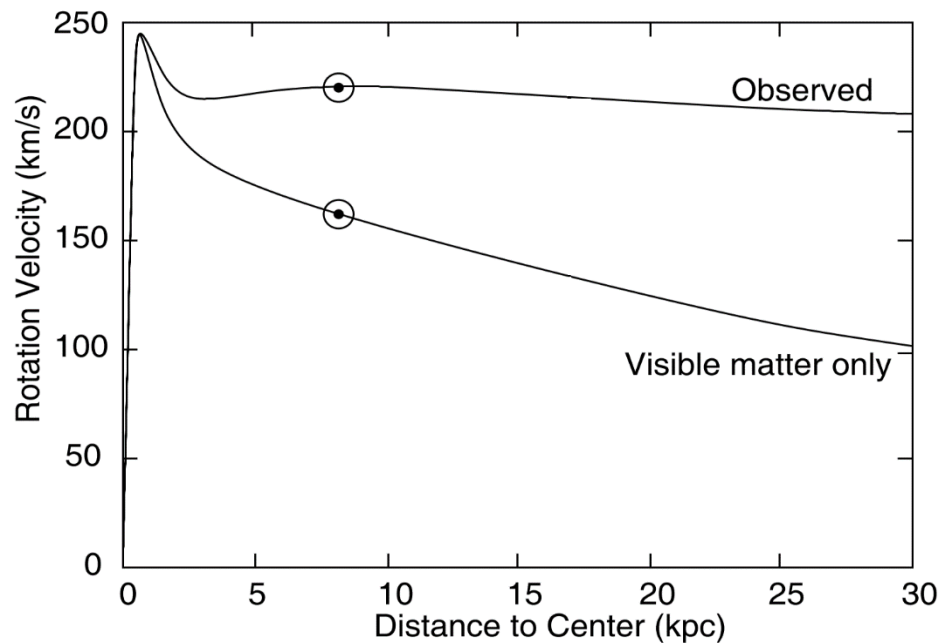
(۲) $5.48 \times 10^{10} N/m$

(۳) $4.25 \times 10^{12} N/m$

(۴) $1.74 \times 10^{13} N/m$



۱۱- میدانیم به علت وجود ماده تاریک در کهکشان‌ها، نمودار سرعت واقعی ستارگان کهکشان برحسب فاصله از مرکز کهکشان با نمودار پیش‌بینی شده از رصد مواد روشن تفاوت زیادی دارد. برای راه‌گیری این دو نمودار را رسم کرده‌ایم و مکان خورشید را نشان داده‌ایم. از مرکز کهکشان تا فاصله‌ی خورشید چه مقدار ماده تاریک داریم؟



(۱) $4.8 \times 10^6 M_{\odot}$

(۲) $6.9 \times 10^6 M_{\odot}$

(۳) $4.1 \times 10^{10} M_{\odot}$

(۴) $8.9 \times 10^{10} M_{\odot}$

۱۲- به تازگی ستاره‌ای مشاهده کرده‌ایم که جرمی حدود سه برابر جرم خورشید و شعاعی برابر با ۱۵ برابر شعاع خورشید دارد، از طرفی میدانیم که در این دسته خاص از ستارگان سهم فشار تابشی همیشه حدود ۰,۱ فشار کل است. نسبت دمای مرکز به دمای سطح ستاره حدوداً چقدر است؟

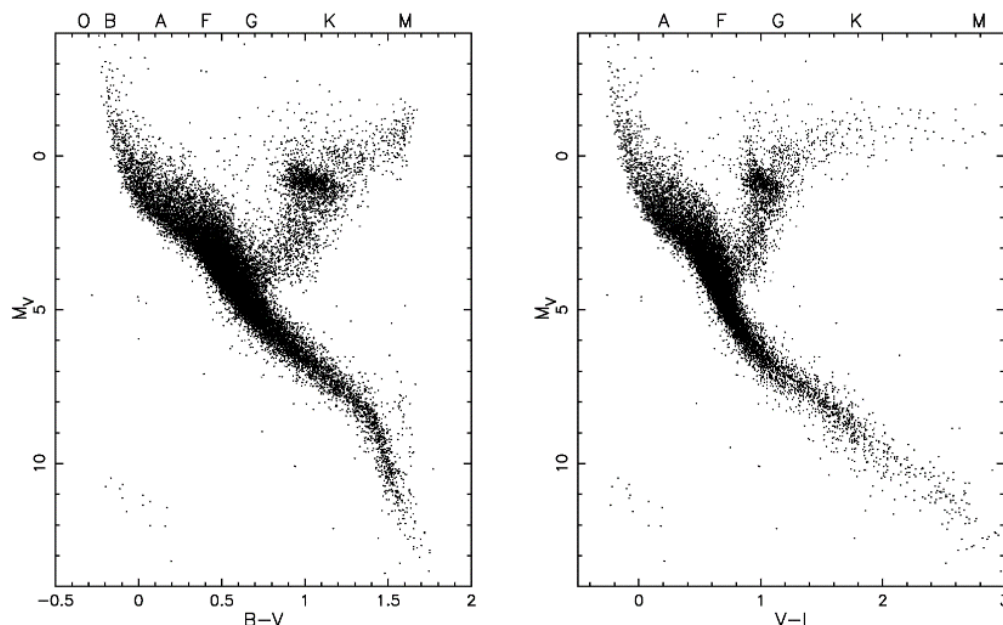
(۱) ۵۰۰

(۲) ۱۰۰۰

(۳) ۱۵۰۰

(۴) ۲۰۰۰

۱۳- دو نمودار از داده‌های مربوط به ستارگان خوشه‌ی ستاره‌ای SD23 را رسم کرده‌ایم. برای ستاره‌ای با شاخص رنگی ۱,۲ در این خوشه، قدرظاهری در باند فروسرخ را ۹,۱ اندازه‌گیری کرده‌ایم. فاصله‌ی این خوشه از ما چقدر است؟



(۱) ۲,۴ پارسک

(۲) ۴۰,۳ پارسک

(۳) ۸۷ پارسک

(۴) ۱۰۵ پارسک

۱۴- فرض کنید جسمی به جرم m در اثر نیروی $f = -\frac{\mu m}{r^2}$ در مداری هذلولی در حال حرکت است. اگر بردارهای سرعت این جسم را در کانون قرار دهیم تشکیل یک دایره می‌دهد. شعاع این دایره و فاصله‌ی مرکز دایره از کانون چقدر است؟ (h تکانه زاویه‌ای واحد جرم جسم است و e خروج از مرکز)

$$\cdot, \frac{\mu}{h} \quad (۱)$$

$$\frac{\mu e}{h}, \sqrt{\frac{\mu^2}{h^2(e^2-1)}} \quad (۲)$$

$$\frac{\mu}{h}, \sqrt{\frac{\mu^2}{h^2(e^2-1)}} \quad (۳)$$

$$\frac{\mu e}{h}, \frac{\mu}{h} \quad (۴)$$

۱۵- محققان در باشگاه دانش پژوهان جوان به تازگی موفق به ساخت یک خودرو خورشیدی شدند که میتواند هم در آب و هم در خشکی حرکت کند ولی به دلیل مصرف بالای انرژی، این خودرو فقط زمانی می تواند کار کند که خورشید به صورت عمود بر آن بتابد. با این خودرو در چند درصد از سطح زمین میتوان سفر کرد؟

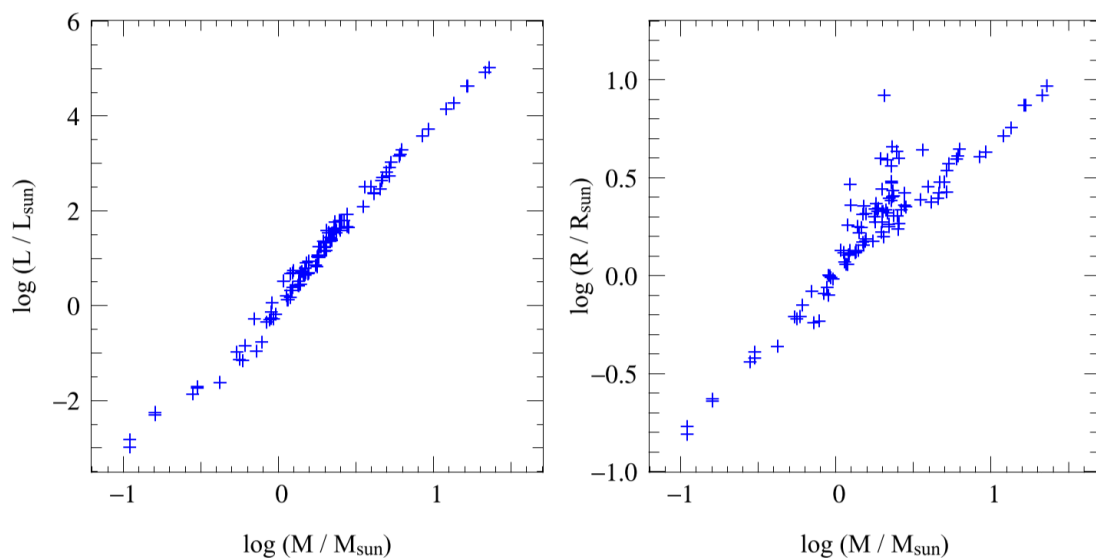
۶۶(۱)

۵۷(۲)

۳۹(۳)

۲۳(۴)

۱۶- برای ستارگان رشته اصلی، نمودار شعاع و درخشندگی را برحسب جرم خورشیدی در مقیاس لگاریتمی رسم کرده ایم. اگر فرض کنیم این نمودارها تقریباً خطی هستند و در همه جا شیب ثابت دارند، برای ستاره ای با جرم $150 M_{\odot}$ دمای سطحی را بدست آورید.



۱۲۰۰۰۰ K (۱)

۲۶۰۰۰ K (۲)

۵۰۰۰۰ K (۳)

۱۶۰۰۰۰ K (۴)

۱۷- جسمی را از فاصله ۵۰ سانتی متری یک عدسی محدب به فاصله کانونی ۲۰ سانتی متر بر روی محور آن و در میدان گرانشی رها می کنیم. ۰,۲ ثانیه پس از رها کردن جسم، سرعت تصویر جسم چند متر بر ثانیه است؟ (جهت مثبت سرعت را رو به بالا در نظر بگیرید).

$$(۱) \quad 2 \frac{m}{s}$$

$$(۲) \quad -2 \frac{m}{s}$$

$$(۳) \quad 8 \frac{m}{s}$$

$$(۴) \quad -8 \frac{m}{s}$$

۱۸- اگر فرض کنیم سیاره زهره، سیاره‌ای است که از هر نظر تقریباً مشابه زمین است، اما شعاع مداری اش ۰,۷ شعاع مداری زمین است، دمای سطح این سیاره تقریباً چند برابر دمای سطح زمین می شود؟ آیا نتیجه به دست آمده به صورت تقریبی با واقعیت سازگار است؟

(۱) ۳,۵، بله تقریباً سازگار است.

(۲) ۱,۴، خیر سازگار نیست.

(۳) ۲,۵، خیر سازگار نیست.

(۴) ۱,۲، خیر سازگار نیست.

۱۹- فرض کنید در کهکشانی زندگی می کنیم که تابع پتانسیل آن از فرم تابع پلامر پیروی میکند و به صورت زیر می باشد:

$$\Phi = \frac{-GM.}{\sqrt{a^2 + r^2}}$$

$$a = ۳.۵ \text{ kpc} , M. = ۱۰^{۱۱} M_{sun}$$

اگر ما در فاصله‌ی ۸,۵ کیلوپارسکی از مرکز کهکشان قرار داشته باشیم، حداقل سرعتی که میتوانیم به یک کاوشگر بدهیم تا به فواصل دوردست کیهانی سفر کند چند کیلومتر بر ثانیه است؟

$$(۱) \quad ۵۰$$

$$(۲) \quad ۱۰۰$$

$$(۳) \quad ۱۵۰$$

$$(۴) \quad ۲۰۰$$

۲۰- در روز اول فروردین در تهران لحظه‌ای که سایه یک تیرک عمودی با راستای جنوب (از جنوب به سمت شرق سنجیده می‌شود) زاویه ۱۲۰ درجه می‌سازد. ساعت رسمی کشور چه عددی را نشان می‌دهد؟

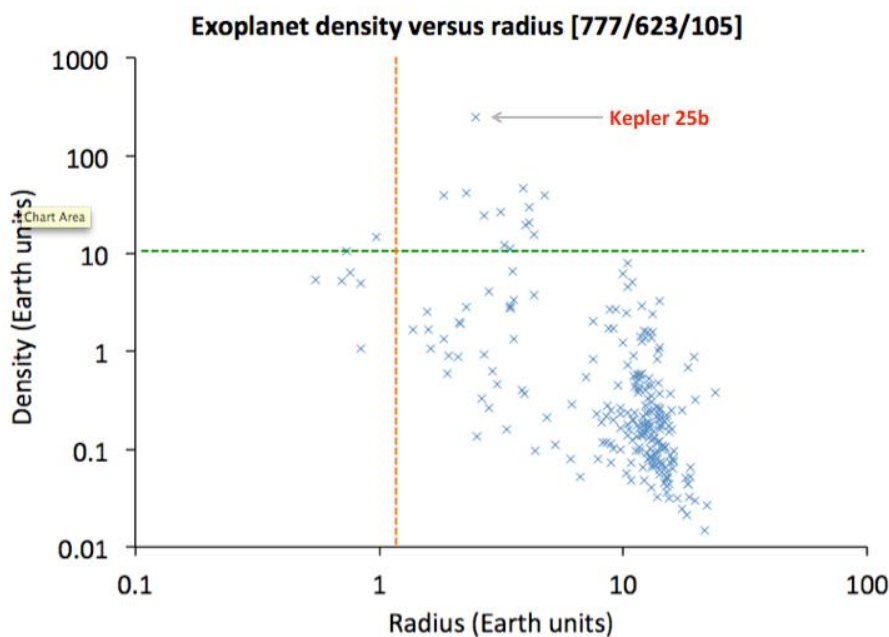
۱۳ (۱)

۱۹ (۲)

۱۵ (۳)

۱۷ (۴)

۲۱- سازمان‌های فضایی و دانشمندان سالهاست که با علاقه و اشتیاق فراوان، هزینه و زمان زیادی را برای کار و تحقیق بر روی سیارات فراخورشیدی صرف می‌کنند. تاکنون آنها تعداد بسیار زیادی از سیارات فراخورشیدی را کشف و بررسی کرده‌اند. تصویر زیر، نمودار چگالی بر حسب شعاع تعدادی از همین سیارات فراخورشیدی را نشان می‌دهد. با استفاده از همین نمودار میتوان شتاب گرانش و جاذبه را روی سطح سیارات به دست آورد که از پارامترهای مهم برای بررسی امکان حیات است. شتاب گرانش روی سطح سیاره Kepler 25b چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۳۰۰۰ (۱)

۴۰۰۰ (۲)

۵۰۰۰ (۳)

۶۰۰۰ (۴)

۲۲- فرض کنید با استفاده از به هم چسباندن همه‌ی آینه‌های موجود در خانه‌های شهر تهران، آینه‌ی یک تلسکوپ بسیار بزرگ را ساخته‌ایم. ابعاد کوچکترین سنگ کره‌ی ماه که با استفاده از این تلسکوپ قادر به مشاهده آن خواهیم بود تقریباً چند سانتیمتر است؟

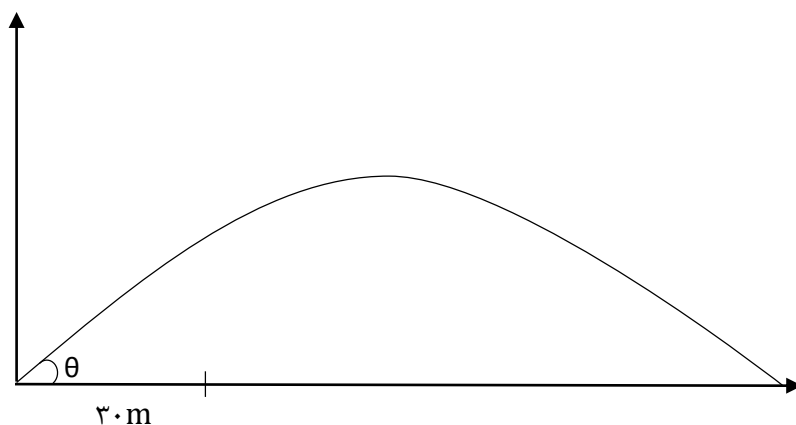
(۱) ۵۰

(۲) ۰,۵

(۳) ۰,۰۰۵

(۴) ۵۰۰

۲۳- جرمی را با سرعت اولیه $v_0 = ۱۲۸ \frac{km}{h}$ پرتاب می‌کنیم و مسیری مطابق شکل زیر طی می‌کند. زاویه پرتاب جسم نسبت به سطح افق (θ) چقدر است؟



(۱) ۳۶

(۲) ۴۲

(۳) ۶۹

(۴) ۷۵

۲۴- در تلسکوپ‌های با آینه مایع، ظرفی استوانه‌ای به شعاع R و ارتفاع l حاوی جیوه داریم که در آن مایع با سرعت زاویه‌ای ω حول محور تقارن می‌چرخد. فرض کنید دو آینه به صورت بالا داشته باشیم که در هر دو سرعت زاویه‌ای برابر است. اما شعاع و ارتفاع ظرف اولی نصف ارتفاع ظرف دومی است. نسبت فاصله کانونی تلسکوپ اول به دوم چقدر است؟

(۱) ۲

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) ۱

(۴) $\frac{1}{4}$

۲۵- در یک لحظه‌ی خاص، یک ناظر سمت و زاویه‌ساعتی ستاره‌ای را برابر با 90° و 90° درجه اندازه می‌گیرد. میل و ارتفاع این ستاره به ترتیب چه مقادیری دارند؟

(۱) صفر و 90° درجه

(۲) 90° و صفر درجه

(۳) 90° و 90° درجه

(۴) صفر و صفر درجه

۲۶- یک سحابی نشری پیدا کرده‌ایم که در اتم‌های آن، الکترون‌ها گذارهایی از لایه سوم به لایه اول اتم هیدروژن انجام می‌دهند. این سحابی یک پوسته کروی به شعاع ۱۵ واحد نجومی است و با دوره تناوب چهار سال به دور خود می‌گردد. دانشمندان متوجه شده‌اند که این سحابی با سرعت ۱۱۰ کیلومتر بر ثانیه به ما نزدیک می‌شود. طول موج آبی‌ترین فوتونی که از این سحابی دریافت می‌کنیم چند نانومتر است؟

(۱) ۱۰۲,۵۲

(۲) ۱۰۲,۴۸

(۳) ۱۰۲,۴۰

(۴) ۱۰۲,۴۴

۲۷- فرض کنید در کیهانی زندگی می‌کنیم که تخت و ماده غالب است و ثابت هابلی برابر با ثابت هابل کیهان فعلی واقعی خودمان دارد. اگر بدانیم که در این کیهان، به‌طور میانگین در هر مکعب به ضلع ۵۳,۸ مگاپارسک، ۴۸۰۰۰ کهکشان کوچک و بزرگ وجود دارد، به‌طور میانگین هر کهکشان چند میلیارد ستاره دارد؟

(۱) ۴۴۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۵۲۰

(۴) ۳۵۰

۲۸- دانشمندان به تازگی متوجه شده‌اند که در هسته‌ی یک ستاره‌ی دوردست، در هر ثانیه ۷۵۰ میلیون تن هلیوم به وجود می‌آید. اگر فرایند همجوشی حاکم در هسته ستاره، چرخه‌ی پروتون-پروتون باشد و فاصله ستاره از ما حدود هفت کیلوپارسک باشد، قدر ظاهری ستاره چقدر است؟

(۱) ۱۷,۲

(۲) ۱۸,۰

(۳) ۱۸,۹

(۴) ۱۹,۸

۲۹- دنباله داری به نام Kpirin 1001 در مداری بیضوی به دور خورشید در حال گردش است. اگر سرعت این دنباله‌دار وقتی روی نیم‌قطر کوچک قرار گرفته است ۱۷ کیلومتر بر ثانیه و وقتی در اوج قرار دارد ۹,۹ کیلومتر بر ثانیه باشد، نسبت فاصله حضیض این دنباله‌دار به شعاع مداری زمین به دور خورشید کدام گزینه است؟

(۱) $\frac{2}{3}$

(۲) $\frac{3}{2}$

(۳) $\frac{1}{3}$

(۴) ۳

۳۰- دو چشمه نور یکسان را در فاصله d از یکدیگر قرار می‌دهیم. مکان هندسی نقاطی که در آن تداخل سازنده روی می‌دهد چیست؟

(۱) یک بیضی

(۲) تعدادی بیضی

(۳) یک هذلولی

(۴) تعدادی هذلولی

۳۱- در یک شب رصدی، گروهی از رصدگران ایرانی میخواهند همه‌ی اجرام مسیه‌ای که در صورت فلکی قوس قرار دارند را با استفاده از تلسکوپ‌هایشان رصد کنند. در کدام فصل سال، پس از غروب خورشید آنها فرصت نسبتاً کمی برای این کار در اختیار دارند؟

(۱) بهار

(۲) تابستان

(۳) پاییز

(۴) زمستان

۳۲- اگر فرض کنیم که سیستم زمین-ماه یک سیستم گرانشی نسبتاً منزوی است، میتوانیم بگوییم که تکانه زاویه‌ای کل این سیستم در طول زمان تغییر نخواهد کرد؛ در حالی که تک مولفه‌های تکانه زاویه‌ای به تنهایی میتوانند تغییر کنند. اگر در حال حاضر کره‌ی ماه سالیانه 1 cm به زمین نزدیک شود و مدار آن دایروی باقی بماند، دوره تناوب زمین چند ثانیه در سال کم می‌شود؟

(۱) 10^{-26}

(۲) 10^{-6}

(۳) 10^{-24}

(۴) 10^{-4}

۳۳- خورشید تقریباً هر 200 میلیون سال یکبار، یک مرتبه به دور مرکز کهکشان راه‌شیری می‌چرخد. اگر همه جرم کهکشان راه‌شیری به صورت یکنواخت در دیسک آن توزیع شده باشد؛ یک خوشه ستاره‌ای که در فاصله سه کیلوپارسک از مرکز کهکشان واقع شده‌است، هر چند میلیون سال یکبار به دور مرکز کهکشان می‌گردد؟ خورشید در فاصله 8.5 کیلوپارسکی از مرکز کهکشان واقع شده است. (به دیسک شکل بودن کهکشان راه‌شیری توجه کنید).

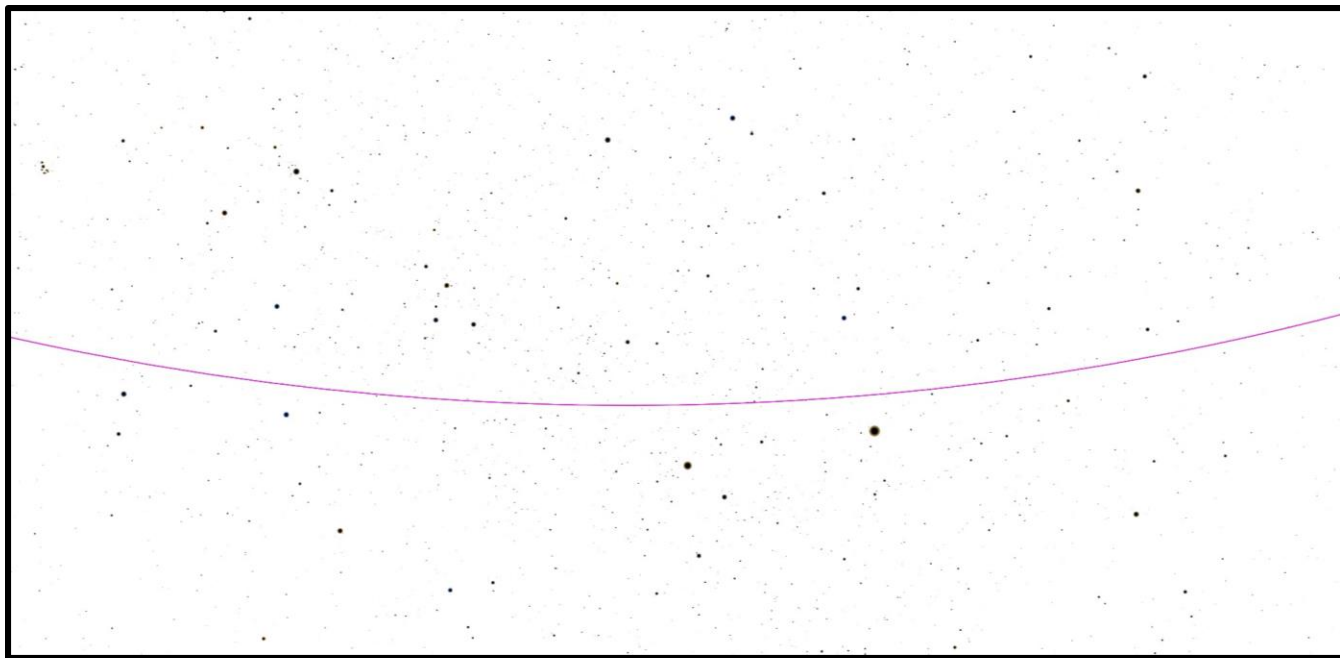
(۱) 10.5

(۲) 120

(۳) 135

(۴) 150

۳۴- تصویر زیر افق ناظری در نیم کره‌ی شمالی زمین را نشان می‌دهد. افق این ناظر با خطوط چه صورت فلکی‌هایی تقاطع دارد؟



- (۱) شلیاق - چلیاسه - حمل
- (۲) مثلث - هرکول - چلیاسه
- (۳) آندرومدا - سرما - دجابه
- (۴) هرکول - دجابه - قیفاووس

۳۵- قدر مطلق ستاره‌ای با اختلاف منظر ۰,۲ ثانیه قوسی با دقت اندازه‌گیری ۲۰ درصد برابر $M = 2 \pm 0.2$ است. خطای اندازه‌گیری قدر ظاهری آن چقدر است؟

- (۱) ۰,۲
- (۲) ۰,۴
- (۳) ۰,۵
- (۴) ۰,۷

موفق باشید!