

Вступительный тест / Турнир: I этап

Инструкция

Для выполнения настоящей работы выдаются следующие материалы:

- Задания вступительного теста и данная инструкция
- Справочные данные
- Бланк ответов № 1 (для заданий частей А и В), включающий регистрационную форму
- Бланк ответов № 2 (для заданий части С)

Использование справочных материалов (за исключением выданных) и учебной литературы, а также электронных приборов, за исключением непрограммируемого калькулятора, строго запрещено!

Бланки ответов следует заполнять с двух сторон, аккуратно и разборчиво. Исправления и замены на бланке ответов № 1 совершаются в поле исправлений на оборотной стороне указанного бланка; при этом аккуратно и разборчиво указывается содержание исправления (пример: 20 — В).

Часть А состоит из 30 вопросов с выбором **одного** из 5 вариантов ответа (А, В, С, D, Е). Верный ответ на каждый вопрос оценивается 1 баллом, ответ «Не знаю» (?) — 0 баллов (если он неверный), ошибка ведёт к штрафу — -0.2 балла, отсутствие ответа — -0.1 балл.

Часть В оценивается из 40 баллов и состоит из заданий с кратким ответом, которым может быть число или комбинация букв. Оценка за неверный ответ или отсутствие ответа — 0 баллов.

Часть С — небольшая контрольная работа из 8 задач, оцениваемых из 3 – 5 баллов (суммарно 30 баллов). Краткие обоснованные решения задач записываются на бланке ответов № 2. По требованию выдаются дополнительные бланки ответов № 2.

Для указания ответа на задание части А поставьте символ (например, крестик) в соответствующее поле; на задание части В — впишите ответ **посимвольно** в соответствующую строку (десятичная запятая/точка и знак минуса являются отдельными символами). Решения заданий части С приводятся в свободной форме.

Перед выполнением работы заполните регистрационную форму (верх лицевой стороны бланка ответов № 1). По окончании работы сдайте все бланки ответов. Остальные материалы заберите с собой. **Справочные данные понадобятся на отборочных тестах УТС.**

Производите расчёты с максимально возможной точностью.
Удачи!

*М. Волобуева
И. Утешев
А. Шепелев*

Часть А

1. Как долго длятся сумерки на экваторе в день весеннего равноденствия? Выберите наиболее близкий ответ.
- А. 10 секунд В. 2 минуты С. 10 минут D. 1 час Е. 2 часа
2. Компоненты тесной двойной системы имеют блески 1.0^m и 2.0^m . Вычислите суммарный блеск системы.
- А. 0.3^m В. 0.5^m С. 3.0^m D. 0.6^m Е. 0.0^m
3. Вычислите суммарный блеск звёзд: $1.0^m + 1.2^m + 1.4^m + \dots =$
- А. $+\infty$ В. -0.94^m С. $-\infty$ D. 2.94^m Е. -0.37^m
4. Какова масса Млечного пути? Выберите наиболее близкий ответ.
- А. $5 \cdot 10^{30}$ кг В. $5 \cdot 10^{38}$ кг С. $5 \cdot 10^{40}$ кг D. $5 \cdot 10^{41}$ кг Е. $5 \cdot 10^{43}$ кг
5. Часовой угол равен...
- А. промежутку звёздного времени, прошедшему с момента нижней кульминации звезды.
В. углу, который часовая стрелка звёздных часов проходит с полуночи до заданного момента времени.
С. расстоянию от звезды до надира.
D. промежутку звёздного времени, прошедшему с момента верхней кульминации звезды.
Е. промежутку звёздного времени, прошедшего с момента восхода звезды.
6. Вычислите горизонтальный параллакс Поллукса. Расстояние до Поллукса составляет 10 пк.
- А. $0.1''$ В. $2 \cdot 10^{-11}$ рад С. 0 D. $0.1'$ Е. $4 \cdot 10^{-11}$ рад
7. Два тела обращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам с равными периодами, причём перигелий орбиты первого — 2 а.е., а второго — 3 а.е. Тогда...
- А. средние скорости орбитального движения первого и второго тел равны.
В. первое тело чаще проходит перигелий.
С. средние угловые скорости орбитального движения первого и второго тел равны.
D. второе тело чаще проходит перигелий.
Е. средние гелиоцентрические расстояния тел равны.
8. Как долго длится наиболее продолжительное покрытие Альдебарана Луной для наблюдателя на полюсе Земли? Выберите наиболее близкий ответ.
- А. 7 минут В. 30 минут С. 1 час D. 3 часа Е. 1 сутки
9. Укажите цвет Веги.
- А. Бело-голубой В. Желтый С. Белый D. Бело-желтый Е. Голубой

10. Каково минимально возможное значение показателя цвета $(B - V)$? Выберите наиболее близкий ответ.
- А. -1.4 В. -1.0 С. -0.7 D. 0.0 E. $-\infty$
11. Ускорение — это...
- А. физическая величина, определяющая быстроту изменения скорости тела.
 В. первая производная от скорости по времени.
 С. векторная величина, показывающая, на сколько изменяется вектор скорости \vec{v} за единицу времени.
 D. Всё вышеперечисленное
 E. Ничто из вышеперечисленного
12. Определите среднюю скорость МКС. Высота орбиты МКС $h = 400$ км.
- А. 7.9 км/ч В. 7.7 м/с С. 7.9 км/с D. 7.7 км/с E. 79 км/с
13. Некоторый объект, находящийся на оптической оси собирающей линзы, начинает двигаться по направлению к линзе. Как движется его изображение?
- А. К линзе, вдоль оптической оси. В. От линзы, вдоль оптической оси.
 С. Перпендикулярно оптической оси. D. Зависит от величины скорости объекта.
 E. Среди ответов А-D нет верного.
14. Для полной энергии E тела на круговой орбите справедливо утверждение:
- А. $E = 0$ В. $E > 0$ С. $E > \frac{E_{\text{кин}}}{2}$ D. $E = \frac{E_{\text{кин}}}{2}$ E. $|E| = \left| \frac{E_{\text{кин}}}{2} \right|$
15. Вследствие действия сил сопротивления воздуха на ИСЗ, уменьшается его полная энергия. При этом его период
- А. увеличивается В. не меняется С. уменьшается D. зависит от вязкости воздуха
 E. зависит от начальных условий
16. Угловая скорость прецессии земной оси составляет
- А. $50.3''$ в год В. 1° каждые 171.6 года С. $\frac{2\pi}{2580}$ рад/год D. $\frac{360^\circ}{24}$ за час E. $\frac{360}{86164} \text{ }^\circ/\text{с}$
17. Укажите поверхностную яркость Солнца для наблюдателя вблизи спутника Сатурна Мимас.
- А. -26.8^m В. 1360 Вт/м^2 С. $-21^m/\square''$ D. $-15.5^m/\square''$ E. $-19.5^m/\square'$
18. Во сколько раз уменьшается температура Вселенной при её расширении в 2 раза? Расширение считать адиабатическим.
- А. в 2 раза В. в 1.5 раза С. в 8 раз D. в 16 раз E. в 1.7 раза
19. В каком созвездии находится апекс Солнца?
- А. Геркулес В. Скульптор С. Стрелец D. Жираф E. Дракон

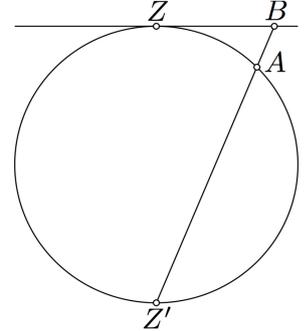
20. В каком созвездии находится астеризм Вешалка?

- А. Орион В. Печь С. Орёл Д. Лисичка Е. Кит

21. Для произвольного вектора \vec{a} в евклидовом векторном пространстве \mathbb{R}^3 выполнено условие:

- А. $(\vec{a}, \vec{a}) = 0$ В. $(\vec{a}, \vec{a}) > 0$ С. $(\vec{a}, \vec{a}) \geq 0$ Д. (\vec{a}, \vec{a}) — любое действительное число Е. $(\vec{a}, \vec{a}) = \vec{a}$

22. Стереографическая проекция — одна из возможных проекций сферы на плоскость. Плоскость, на которую происходит проекция, касается сферы в точке Z , которая соответствует зениту. При этом проекцией произвольной точки A является точка пересечения прямой $Z'A$ с плоскостью проекции B . Определите расстояние от зенита до звезды, имеющей высоту 25° , в данной проекции. Радиус горизонта $R = 10$ см.



- А. 6.4 см В. 7.2 см С. 2.8 см Д. 5.0 см Е. 7.5 см

23. Большая полуось параболы. . .

- А. равна 0 В. не определена С. равна -1 Д. равна $+1$ Е. есть расстояние от фокуса до директрисы

24. Определите эксцентриситет эллипса с большой полуосью $a = 1.00$ и фокальным параметром $p = 0.50$.

- А. 0.87 В. 0.71 С. 0.50 Д. 2.00 Е. 0.25

25. Теорема косинусов для сферического треугольника имеет следующий вид (a, b, c — стороны треугольника; α, β, γ — соответственно противолежащие им углы):

- А. $\cos a = \cos b \cos c - \sin b \sin c \cos \alpha$ В. $\sin a = \cos b \cos c - \sin b \sin c \cos \alpha$
С. $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos \alpha$ Д. $\cos a = \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos \alpha$
Е. Среди ответов А – Д нет верных.

26. Вычислите длину одного градуса параллели на широте города Ыспарта ($37^\circ 46'$ с. ш.).

- А. 111 км В. 1111 км С. 6378 км Д. 40 км Е. 88 км

27. Сравните величины $A = \int_{\alpha}^{\beta} \sin x \ln x dx$ и $B = \int_{\alpha}^{\beta} |\ln x| dx$ при $0 < \alpha < \beta$.

- А. $A < B$ В. $A = B$ С. $A > B$ Д. $A \sim B$ Е. Зависит от α и β

28. Сколько точек Лагранжа существует в системе двух тел, обращающихся вокруг общего центра масс по круговым орбитам?

- А. 1 В. 2 С. 3 Д. 4 Е. 5

29. Какова продолжительность перелёта с Земли на Марс с выключенными в пути двигателями? Орбиты Земли и Марса считать круговыми. Выберите наиболее близкий ответ.

- А. 9 месяцев В. 17 месяцев С. 2 года Д. 47 дней Е. Это невозможно

30. На сколько отличаются средние продолжительности года в юлианском и григорианском календарях? Выберите наиболее близкий ответ.

- А. 6 секунд В. 10 минут С. 23 часа Д. 0.008 суток Е. 6 часов

Часть В

31. Определите высоту Дубхе ($\delta = +62^\circ$) в верхней кульминации при наблюдении из Сочи ($\varphi = +44^\circ$). Ответ запишите в градусах, округлив до целых.

32. Определите орбитальную скорость Урана. Ответ запишите в км/мин, округлив до целых.

33. Определите расстояние от центра Земли до спутника на эллиптической орбите ($a = 30000$ км; $e = 0.500$), его истинная аномалия $\varphi = 130.0^\circ$. Ответ выразите в тыс. км, округлив до десятых.

34. Определите прямое восхождение среднего Солнца сегодня (30 июня 2017). Летнее солнцестояние было 21 июня. Ответ запишите в часах, округлив до десятых.

35. Определите коэффициент преломления воздуха, если величина рефракции вблизи горизонта $\rho = 32'$. Атмосферу считать однородной высотой $h = 8$ км. Ответ округлите до 10^{-5} .

36. Найдите определитель матрицы $\det A$. В ответе укажите ближайшее целое число к $\log_2 \det A$.

$$A = \begin{pmatrix} 256 & 1 & 4 \\ 2 & 16 & 0 \\ 64 & 128 & 1024 \end{pmatrix}$$

37. Среди нижеперечисленных терминов выберите кеплеровы элементы орбиты:

- | | | |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|
| А. Широта нисходящего узла | В. Большая полуось | С. Малая полуось |
| Д. Расстояние до перицентра | Е. Фокальный параметр | Ф. Наклонение |
| Г. Долгота восходящего узла | Н. Аргумент перицентра | И. Эксцентриситет |

38. Определите гелиоцентрическую скорость астероида, когда он находится на расстоянии 3 а.е. от Солнца, если большая полуось его орбиты $a = 2$ а.е. Ответ запишите в км/с, округлив до десятых. Астероид считайте сферическим.

39. Определите градусные меры углов треугольника со сторонами 6, 3 и 5. В качестве ответа укажите эти градусные меры в порядке возрастания с точностью до целых без пробелов.

40. Чему равен один парсек в световых годах? Ответ приведите с точностью до сотых.

41. Тело, двигавшееся равномерно и прямолинейно со скоростью $v_0 = 2$ м/с, в некоторый момент времени начинает испытывать ускорение $a = 1$ м/с, причём $\vec{a} \perp \vec{v}_0$. Найдите модуль перемещения тела за $t = 5$ с такого движения. Ответ запишите в м, округлив до десятых.

42. Разложите функцию $(1 - \sin(1 - \cos(x^{7/6})))^{-1.5}$ по степеням x в точке $x_0 = 0$. В ответе укажите коэффициент перед наименьшей ненулевой степенью x в десятичной записи.

43. Найдите расстояние до галактики с красным смещением $z = 2^{-3}$. Ответ выразите в миллиардах св. лет, округлив до десятых.

44. Расставьте следующие величины в порядке возрастания их значений:

А. Среднеквадратичная скорость молекул кислорода при н.у.

В. Среднеквадратичная скорость молекул кислорода при температуре 100 К

С. Среднеквадратичная скорость молекул азота при н.у.

Д. Скорость звука в воздухе при н.у.

Е. Скорость звука в воде

45. Найдите длину хорды, стягивающей дугу в 50° , в окружности радиусом 2. Ответ округлите до десятых.

46. Оцените угловое расстояние между звездами Бетельгейзе ($\alpha = 5^h 55^m$; $\delta = +7^\circ 24'$) и Ригель ($\alpha = 5^h 15^m$; $\delta = -8^\circ 12'$) с точностью до десятой градуса.

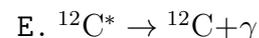
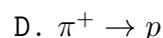
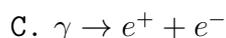
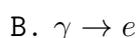
47. Установите среднюю молярную массу вещества Солнца. Считать, что все вещество ионизовано. Массовый состав Солнца: водород — 73%, гелий — 27%. Ответ выразить в г/моль, округлить до десятых.

48. Решите систему линейных уравнений \mathcal{L} . В ответе укажите разность $y - x$.

$$\mathcal{L}: \begin{cases} -x + y + 15 = 0 \\ 7x - 5y = 105 \end{cases}$$

49. Найдите предельную звёздную величину телескопа с апертурой $D = 128$ мм при использовании окуляра, с которым достигается равнозрачковое увеличение. Проницающую способность человеческого глаза принять равной 5.8^m , диаметр зрачка — 5.8 мм. Ответ приведите с точностью до десятых.

50. Выберите из предложенных реакций те, протекание которых едва ли возможно:



(в вакууме)

51. Решите уравнение $3x^2 + 2x - 1 = 0$. Если корней несколько, приведите наименьший. Ответ укажите с точностью до десятых.

52. У звезды класса А0 межзвёздное поглощение в видимой области спектра равно 1.5^m . Каков наблюдаемый показатель цвета $(B - V)$ этой звезды? Ответ приведите с точностью до десятых.

53. Расположите лунные месяцы в порядке увеличения их продолжительности:

А. синодический

В. сидерический

С. тропический

Д. аномалистический

Е. драконический

54. Найдите значение выражения с точностью до сотых: $\int_0^1 x^{99} dx$.

55. Определите радиус (Шварцшильда) чёрной дыры с массой, равной массе чёрного кота (Шрёдингера): $M = 4$ кг. В качестве ответа укажите десятичный логарифм искомого радиуса, выраженного в микрометрах, округлённый до ближайшего целого.
56. Вычислите десятичный логарифм площади эллипса с большой полуосью $a = 2^{256}/10$ и эксцентриситетом $e = 2^{-2}$ с точностью до целых.
57. Определите величину производной функции $f(x) = 2x^2 - \frac{\ln \sin x}{x}$ в точке $x_0 = \frac{\pi}{2}$. Ответ округлите до целых.
58. Вычислите светимость звезды λ Sco A и запишите её в виде $x \cdot 10^3 L_\odot$. В ответе укажите x с точностью до целых. Параметры указанной звезды таковы: $R = 8.8 R_\odot$, $T_{\text{eff}} = 25000$ К.
59. Найдите период движения тела, движение которого описывается законом $\ddot{x} + 2^8 \cdot x = 0$, где x — координата тела. Ответ предоставьте с точностью до десятых.
60. Найдите произведение синусов острых углов в прямоугольном треугольнике со сторонами 3, 4 и 5. Ответ приведите с точностью до десятых.

Часть С

61. Определите звёздное время на тропике в момент, когда Солнце опускается под горизонт ниже всего.
62. Протопланета движется по параболической траектории вблизи молодой звезды. В точке перигентра она сталкивается с другой протопланетой с такой же массой, движущейся по круговой орбите. Перед ударом скорости обоих тел были сонаправлены, а после удара оба тела слились в одно без потери массы. Найти эксцентриситет орбиты нового тела.
63. Самолет летел из Лимы, столицы Перу ($12^\circ 02'$ ю. ш., $77^\circ 01'$ з. д.), в Джокьякарту ($7^\circ 47'$ ю. ш., $110^\circ 22'$ в. д.), находящуюся неподалеку от места проведения ЮАА–2015. Пилоты выбрали для полета кратчайший путь из Лимы в Джокьякарту. Найдите широту самой южной точки полета.
64. Мы находимся в центре плотного шарового звездного скопления радиусом 30 пк. Во сколько раз больше звёзд на всем небе видно в телескоп с диаметром объектива 10 см, нежели невооруженным глазом? Считайте, что 40% звёзд скопления похожи на Солнце, 50% — имеют массу в $0.8 M_\odot$, а 10% — белые карлики (светимость $0.001 L_\odot$), и все они равномерно распределены по объёму скопления. Влиянием фона неба пренебречь.
65. Оцените ширину линии $\text{H}\alpha$ в спектре Солнца.
66. Определите массу сферически симметричного тела радиусом R , плотность которого варьируется вдоль радиуса по закону
- $$\rho(r) = \rho_0 \frac{R-r}{R}.$$
67. Рассчитайте максимальную продолжительность солнечного затмения для наблюдателя в центре Земли. Орбиты Луны и Земли считать круговыми.
68. Найдите время, за которое тело, отпущенное без начальной скорости с поверхности Земли, достигнет противоположной точки поверхности. Движение осуществляется безо всякого сопротивления через тоннель вдоль полярного диаметра Земли. Землю считать однородной.