

грешность измерит. преобразования имеет такое же важное значение, что и погрешность И., и оценивается теми же методами.

Лит.: Маликов М. Ф., Основы метрологии, ч. 1, М., 1949; Тиходеев П. М., Очерки об исходных (метрологических) измерениях, М.—Л., 1954; Бурдун Г. Д., Марков Б. Н., Основы метрологии, 3 изд., М., 1985; Розенберг В. Я., Введение в теорию точности измерительных систем, М., 1975; Земельман М. А., МиФ Н. П., Планирование технических измерений и оценка их погрешностей, М., 1978; Земельман М. А., О понятии «измерение» и его обобщениях, «Измерительная техника», 1985, № 2. М. А. Земельман.

ИЗОБАРНЫЙ ПРОЦЕСС (изобарический процесс) (от греч. *isos* — равный и *baros* — тяжесть) — термодинамич. процесс, происходящий в системе при пост. внеш. давлении; на термодинамич. диаграмме изображается *и з о б а р о й*.

Пример И. п. — расширение газа в цилиндре со свободно ходящим нагруженным поршнем. Если И. п. происходит настолько медленно, что давление в системе можно считать пост. и равным внеш. давлению, а темп-ра меняется так медленно, что в каждый момент времени сохраняется термодинамич. равновесие, то И. п. обратим. Для осуществления И. п. к системе надо подводить (или отводить) теплоту dQ , к-рая расходуется на работу расширения PdV и изменение внутр. энергии dU , т. е. $\delta Q = PdV + dU = TdS$, dS — изменение энтропии, T — абс. температура. Для идеального газа при И. п. объём пропорционален темп-ре (*Гей-Люссака закон*), в реальных газах часть теплоты расходуется на изменение ср. энергии взаимодействия частиц. Работа, совершаемая при И. п., равна произведению внеш. давления на изменение объёма, а для обратимых И. п. внеш. давление равно внутр. Изменение энтропии при обратимом И. п. равно $S_2 - S_1 = \int_{T_1}^{T_2} (C_p/T) dT$, где C_p — теплоёмкость при пост. давлении.

Лит. см. при ст. *Термодинамика*. Д. Н. Зубарев.

ИЗОБАРЫ — ядра с одинаковым числом нуклонов (массовым числом A), но отличающиеся числом протонов Z и нейтронов N ($A = Z + N$). И. с различным Z соответствуют разл. хим. элементы (напр., ^{40}Ar — ^{40}Ca). И. образуются при *бета-распаде* ядер ($^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{226}\text{Ac} + e^- + \bar{\nu}_e$, $^{226}\text{Ac} \rightarrow ^{226}\text{Th} + e^- + \bar{\nu}_e$ и т. п.) и нек-рых др. ядерных реакциях.

ИЗОБРАЖЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЕ — картина, получаемая в результате прохождения через *оптическую систему* лучей, распространяющихся от объекта, и воспроизводящая его контуры и детали. При практич. использовании И. о. часто меняют масштаб изображения предметов при проецировании на к.-л. поверхность (киноэкран, фотоплёнку, фотокатод и т. п.). Основой зрительн. восприятия предмета является его И. о., спроецированное на сетчатку глаза.

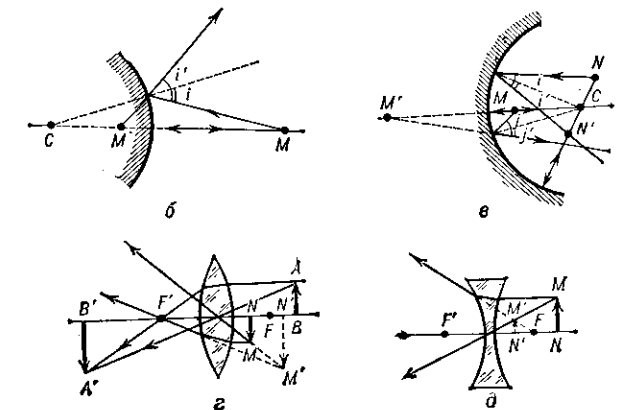
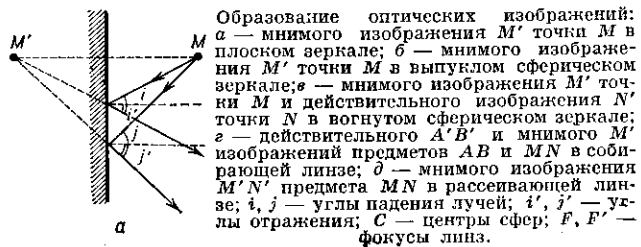
Макс. соответствие изображения объекту достигается, когда каждая его точка изображается точкой. Иными словами, после всех преломлений и отражений в оптич. системе лучи, испущенные светящейся точкой, должны пересечься в одной точке. Однако это возможно не при любом расположении объекта относительно системы. Напр., системы, обладающие осью симметрии (*оптической осью*), дают точечные И. о. лишь тех точек, к-рые находятся на небольшом удалении от оси, в т. н. *параксальной области*. Применённые законы *геометрической оптики* позволяют определить положение И. о. любой точки из параксальной области; для этого достаточно знать, где расположены *кардинальные точки оптической системы*.

Совокупность точек, И. о. к-рых можно получить с помощью оптич. системы, образует *пространство объектов*, а совокупность точечных изображений этих точек — *пространство изображений*.

И. о. разделяют на *действительные* и *мнимые*. Первые создаются сходящимися лучками лучей в точках их пересечения. Поместив в плоскости пересече-

ния лучей экран или фотоплёнку, можно наблюдать на них действительное И. о. В др. случаях лучи, выходящие из оптич. системы, расходятся, но если их мысленно продолжить в противоположную сторону, они пересекутся в одной точке. Эту точку наз. *мнимым изображением* точки-объекта; т. к. она не соответствует пересечению реальных лучей, то мнимое И. о. невозможно получить на экране или зафиксировать на фотоплёнке. Однако мнимое И. о. способно играть роль объекта по отношению к др. оптич. системе (напр., глазу или собирающей линзе), к-рая преобразует его в действительное. Оптич. объект представляет собой совокупность светящихся собственным или отражённым светом точек. Зная, как оптич. система изображает каждую точку, легко графически построить и изображение объекта в целом.

И. о. действительных объектов в плоских зеркалах — всегда мнимые (рис., *a*); в вогнутых зеркалах и собирающих линзах они могут быть как действительными,



так и мнимыми, в зависимости от положения объектов относительно фокуса зеркала или линзы (рис., *в, г*). Выпуклые зеркала и рассеивающие линзы дают только мнимые И. о. действительных объектов (рис., *б, д*). Положение и размеры И. о. зависят от характеристик оптич. системы и расстояния между нею и объектом (см. *Увеличение оптическое*). Лишь в случае плоского зеркала И. о. по величине всегда равно объекту.

Если точка-объект находится не в параксальной области, то исходящие из неё и прошедшие через оптич. систему лучи не собираются в одну точку, а пересекают плоскость изображения в разных точках, образуя *абerrационное пятно* (см. *Абerrации оптических систем*); размеры этого пятна зависят от положения точки-объекта и конструкции системы. Безабerrационными (идеальными) оптич. системами, дающими точечное изображение точки, являются только плоские зеркала. При конструировании оптич. систем абerrации исправляют, т. е. добиваются того, чтобы абerrаци. пятна рассеяния не ухудшали в заметной степени картины изображения; однако полное уничтожение абerrаций невозможно.

Сказанное выше строго справедливо лишь в рамках геом. оптики (не учитывающей волновых явлений, напр. дифракции света), к-рая является хотя и доста-