

Das Vakuum

Unter Vakuum versteht man eine "Luftleere", d.h. einen jeden Zustand von Luft, deren Druck unter dem Atmosphärendruck liegt. Der Herstellung eines Vakuums dienen Luftpumpen, die aus einem Gefäß die Gasmoleküle der Luft entfernen und auf diese Weise dort einen Unterdruck erzeugen. Je nach der Größe dieses Unterdruckes unterscheidet man Vakuum (bis 10^{-3} Torr), Hochvakuum (bis 10^{-6} Torr) und Ultrahochvakuum (10^{-7} Torr und niedriger). Dabei bedeutet 1 Torr den Luftdruck, der dem Bodendruck einer Quecksilbersäule von 1 mm Höhe das Gleichgewicht hält.

Als Luftpumpen können entsprechend spezialisierte Kolben – und Rotorpumpen verwendet werden. Heute dienen derartige Pumpen nur noch als Vorvakuumpumpen für die viel leistungsfähigeren Strahlpumpen.

Es liegt auf der Hand, daß nach der Bernoulli Gleichung eine Verbesserung der Vakuumleistung von Strahlpumpen zu erwarten ist, wenn man die Strahlgeschwindigkeit steigert. Beim Wasserstrahl ist dem eine obere Grenze gesetzt, die bei 11 Torr liegt.

Benutzt man statt eines Wasserstrahls einen Quecksilberdampfstrahlpumpe, so erreicht man ein Druck der Größenordnung 10^{-3} Torr, wenn man sich einer Wasserstrahlpumpe als Vorpumpe bedient. Das ist schon deshalb erforderlich, weil bei Atmosphärendruck das zum Verdampfen gebrachte Quecksilber oxydieren würde. Die Funktionsweise einer Quecksilber – Dampfstrahlpumpe geht aus Abb.1 hervor: In einem Siedegefäß aus Hartglas wird Quecksilber verdampf. Der Dampfstrahl erreicht in einer Düse sehr hohe Geschwindigkeiten und erzeugt so starken Unterdruck. Er reißt daher die aus der Vakuumseite in ihn dringenden Gasmoleküle der Luft fort und befördert Gasmoleküle der Luft fort und befördert sie zum Vorvakuum.

Das Quecksilber wird dabei in einem Rückflusskühler gekühlt und tropft über einen Rücklauf in das Siedegefäß zurück. Die obere Grenze der Leistungsfähigkeit der Pumpe wird dadurch erreicht, daß bei einem Vakuum von 10^{-3} Torr die mittlere freie Weglänge der Gasmoleküle der Luft bereits mehrere Zentimeter groß ist, so daß sie in der Regel an der Düse vorbeifliegen.

Um noch höhere Vakua zu erreichen, muss man den Gasmolekülen der Luft eine günstigere Möglichkeit schaffen, in den Quecksilberdampfstrahl eindringen zu können. Dies geschieht dadurch, daß man diesen mit Hilfe eines ringförmigen Spaltes zu einem schlauchförmigen Gebilde aufweitet. Die Erscheinungen des Eindringens der Gasmoleküle auf Grund ihres langen, freien Flugweges, bezeichnet man als Diffusion; Pumpen, die auf diesem Prinzip beruhen, sind also Diffusionspumpen. Mit ihnen erreicht man ein Hochvakuum bis zu 10^{-7} Torr. Ihre Funktionsweise geben wir für eine Öldiffusionspumpe Abb. 2. Bei der Öldiffusionspumpe werden als Siedeflüssigkeit stark entgaste Öle verwendet. Pumpen größerer Saugleistung werden in der Regel aus Stahl hergestellt, während die in Abb. 1 dargestellte Vakuumpumpe aus Hartglas besteht.

Das höchste Vakuum, das sog. Ultrahochvakuum, erhält man mit Diffusionspumpen, die Kühlflächen sehr tiefer Temperatur enthalten. Die erreichten Vakua sind von der Größenordnung 10^{-10} Torr. Braucht die Hochvakuumpumpe ein Vorvakuum von rund 10^{-3} Torr (weil dann erst der Diffusionseffekt eintritt), so braucht die Ultrahochvakuumpumpe ein Vorvakuum von der Güte eines Hochvakuums. Zur Erreichung extremer Vakua sind zusätzlich eine Reihe Vorkehrungen zu treffen. Durch Ausheizen müssen die zu evakuierenden Räume von absorbierten Gasresten befreit werden, durch Kühlfallen sind etwaige Dampfreste aus dem Pumpprozess auszufrieren.

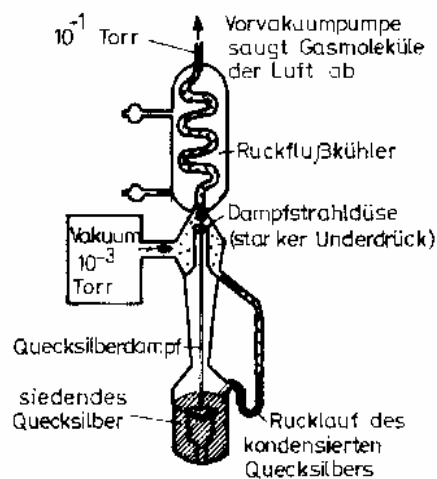


Abb.1 Quecksilber Dampfstrahlpumpe

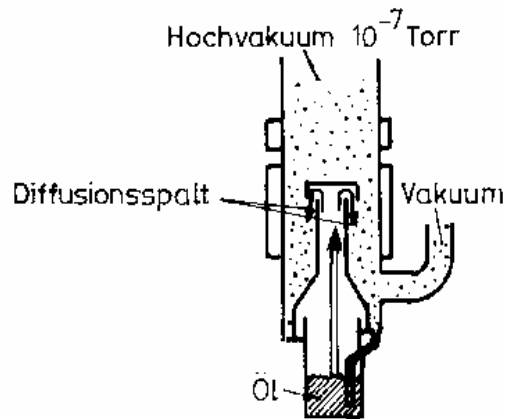


Abb.2 Diffusionspumpe

Wortschatz

Atmosphärendruck	presiune atmosferică
freier Flugweg	drum liber
Kolbenpumpen	pompă cu piston
Quecksilberdampfstrahl	fascicul molecular de mercur
Rotorpumpen	pompă rotativă
Rückflusskühler	sistem de răcire în contracurent
Siedegefaß	vas de fierbere
Strahlpumpen	pompă cu fascicol molecular
Vakuum, -kua, n.	vid
Vorkehrung, - en, f	pregătire, <i>pl.</i> preparative
Vorvakuumpumpe	pompă de vid preliminar

Hausaufgaben

Übersetzen Sie ins Rumänische:

Seit dem Altertum beschäftigen sich Philosophie und Physik mit der Frage, was das Vakuum ist und ob es ein Vakuum überhaupt gibt. Im strengen Wortsinn beschreibt es einen absolut leeren Raum (lat. Vakuus "leer"). Der Atomismus, also die Lehre von Aufbau der Materie aus einzelnen, legt die Existenz eines Vakuums nahe: Vakuum ist, wo keine Teilchen sind. In Quantenfeldtheorie und allgemeiner Relativitätstheorie aber, ist das Vakuum noch immer nicht völlig verstanden. Die Experimentalphysik macht es sich begrifflich wesentlich einfacher. Jedoch ist zur Erzeugung eines "guten" Vakuums

ein hoher experimenteller Aufwand nötig, und die niedrigsten im Labor erreichten Drücke liegen immer noch um viele Zehnerpotenzen über der Teilchendichte des Raums zwischen den Planeten im Sonnensystem.

Übersetzen Sie ins Deutsche:

Vidarea este un procedeu folosit pentru îmbunătățirea calității betonului. El constă în extragerea apei în exces din masa unui beton proaspăt turnat. Pe suprafața betonului se aplică panouri în interiorul cărora se face vid. Vidul de diferite grade se realizează cu ajutorul pompelor de vid care îndepărtează dintr-un recipient moleculele de gaz ale aerului și în acest mod acolo se generează o reducere a presiunii. După mărimea acestei presiuni, deosebit: vidul, vidul înaintat și ultravidul înaintat.

Lösen Sie

1. Ultrahochvakuum entspricht einem Druck von etwa 10^{-11} N/m^2 . Wie viele Moleküle verbleiben noch in einem Kubikzentimeter bei einer Temperatur von 300 K ?

(Boltzmann - Konstante $k = 1,38 * 10^{-23} \text{ Js / K}$)

2. In einer Zentrifuge befindet sich ein Gas mit der Molekülmasse m bei der Temperatur T (thermodynamisches Gleichgewicht). Das Gas wird in der Zentrifuge mit der Winkelgeschwindigkeit α gedreht. Der Druck im Abstand r_0 von der Drehachse sei p_0 . Wie ändert sich der Druck für $r > r_0$?

Fragen zur Konversation

Definieren Sie das Vakuum!

Was bezeichnet man durch Hochvakuum und Ultrahochvakuum?

Wie definieren Sie die Diffusion?

Wie können Sie Ultrahochvakuum erhalten?

Zu was dienen die Kühlflächen die eine sehr tiefe Temperatur haben?