

## خصائص المواد السنية

## PROPERTIES OF DENTAL MATERIALS

To select and use a dental material one must understand its properties. Knowledge of the properties of the material predicts its behavior, functioning in the mouth and longevity.

Accordingly one can optimize design and techniques in order to get the best out of a particular material.

**Various properties important to dental materials are:**

1. Mechanical properties
2. Physical properties
3. Chemical properties
4. Thermal properties
5. Optical properties

لابد من فهم خصائص المواد السنية من أجل اختيارها واستخدامها، إذ تساعد معرفة خصائص المادة في التنبؤ بسلوكها، وظيفتها ضمن الفم، وديمومتها.

وفقاً لذلك؛ يمكن تحسين الخصائص والتقنيات من أجل الحصول على أفضل نوع من مادة محددة.

**توجد العديد من الخصائص الهامة للمواد السنية هي:**

1. الخصائص الميكانيكية.
2. الخصائص الفيزيائية.
3. الخصائص الكيميائية.
4. الخصائص الحرارية.
5. الخصائص البصرية.

# الخصائص الفيزيائية

## physical Properties

Physical properties can be observed or measured without changing the composition of matter.

Physical properties are used to observe and describe matter.

Physical properties of importance in dentistry include appearance, texture, color, optical properties, odor, glass transition, temperature, melting point, boiling point, density, solubility, polarity, etc.

## FORMS OF MATTER

### Change of State

Matter exists in the forms—solid, liquid and gas (Fig. 1).

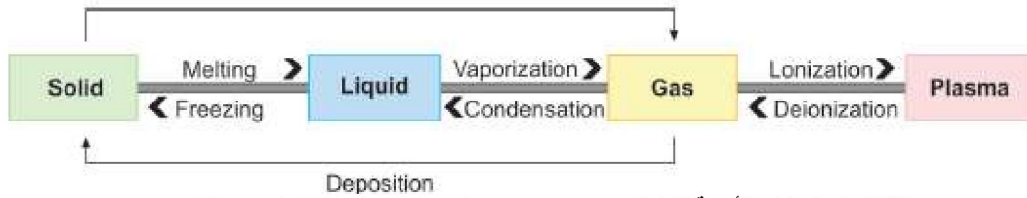


Figure 1: The 4 states of matter.

The difference in form is mainly due to difference in energy.

Matter is made up of atoms and for these atoms to be held together there must be a force, e.g. when 1 gram of water is to be changed into gaseous state at  $100^{\circ}\text{C}$ , 540 calories of heat are needed (known as heat of vaporization).

Thus, the gaseous state has more energy than the liquid state.

Although the molecules in a gas have a certain amount of mutual attraction, they can diffuse readily and need to be confined in order to keep the gas intact.

Energy of the liquid is decreased by reducing the temperature sufficiently, a second transformation in state occurs and energy is released in the form of heat (latent heat of fusion).

This decrease in energy state changes the liquid to a solid or freezes it. The reverse is true when solid is changed to liquid, i.e., heat is required.

يمكن ملاحظة الخصائص الفيزيائية أو قياسها دون تغيير في تركيب المادة.

تستخدم الخصائص الفيزيائية لمراقبة المادة ووصفها.

الخصائص الفيزيائية مهمة جداً في طب الأسنان وتتضمن: المظهر، التركيب، اللون، الخصائص البصرية، الرائحة، التحول الزجاجي، الحرارة، نقطة الانصهار، نقطة الغليان، الكثافة، الانحلالية، القطبية، وغيرها.

## أشكال المادة

### تغير الحالة

توجد المادة على شكل: صلب، سائل، وغاز (الشكل 1).

الشكل 1: الحالات الأربعة للمادة.

يكون الاختلاف بالشكل بشكل أساسي نتيجة الاختلاف في الطاقة.

تتألف المادة من ذرات، ولكي تتماسك هذه الذرات مع بعضها البعض لأبد من وجود قوة، مثال: لكي يتحول 1 غرام من الماء إلى الحالة الغازية، لابد من توفر 100 درجة مئوية، 540 حريرة (تعرف بحرارة التبخر).

وبالتالي؛ تمتلك الحالة الغازية طاقة أكبر من الحالة السائلة.

على الرغم من أن الجزيئات في الحالة الغازية تتمتع بكمية محددة من الانجذاب المشترك، إلا أنها قادرة على الانتشار بسهولة وتحتاج لأن تكون محبوسة لإبقاء الغاز سليم.

تتناقص طاقة السائل مع انخفاض الحرارة بشكل كاف، ويحدث تحول ثانٍ في الحالة وتحرر الطاقة على شكل حرارة (الحرارة الكامنة للانصهار).

يغير هذا التناقص في طاقة الحالة السائل إلى صلب أو يجمده، والعكس صحيح فمثلاً عند تحويل الصلب إلى سائل نحتاج حرارة.



The temperature at which it occurs is called fusion temperature.

### Melting point

The melting point (or liquefaction point) of a solid is the temperature at which it changes state from solid to liquid at atmospheric pressure.

At the melting point the solid and liquid phase exist in equilibrium.

### Boiling point

The boiling point of a substance is the temperature at which the vapor pressure of the liquid equals the pressure surrounding the liquid and the liquid changes into a vapor.

The boiling point of a liquid varies depending upon the surrounding environmental pressure.

### Density

The density, or more precisely, the volumetric mass density, of a substance is its mass per unit volume.

The symbol most often used for density is  $\rho$ .

Mathematically, density is defined as mass divided by volume—

$$\rho = M/V$$

where  $\rho$  is the density,  $m$  is the mass, and  $V$  is the volume.

For a pure substance, the density has the same numerical value as its mass concentration.

Different materials usually have different densities.

Osmium and iridium are the densest known elements at standard conditions for temperature and pressure.

تسمى الحرارة التي يحدث عندها التحول بحرارة الانصهار.

### نقطة الانصهار

نقطة الانصهار (أو الإماعة أو الذوبان) للجسم الصلب هي: درجة الحرارة التي تغير الحالة من صلب إلى سائل عند الضغط الجوي.

يوجد الطور الصلب والغازي بوضعية التوازن عند نقطة الانصهار.

### نقطة الغليان

نقطة غليان المادة هي: درجة الحرارة التي يكون عندها ضغط البخار للسائل مساوياً للضغط المحيط بالسائل ويتحول السائل إلى بخار.

تتنوع نقطة الغليان للسوائل بالاعتماد على الضغط البيئي المحيط.

### الكثافة

الكثافة، أو بشكل أكثر دقة، الكثافة الكتلية الحجمية للمادة هي: كتلتها على كل وحدة حجم.

الرمز الأكثر استخداماً للكثافة هو  $\rho$ .

رياضياً؛ تعرف الكثافة بأنها الكتلة مقسمة إلى الحجم:

$$\rho = M/V$$

$\rho$ : الكتلة،  $M$ : الكتلة،  $V$ : الحجم.

بالنسبة للمواد النقية، تمتلك الكثافة قيمة عددية مماثلة لتركيز كتلتها.

تمتلك المواد المختلفة عادةً كثافات مختلفة.

أكثر العناصر المعروفة كثافةً هي الأزميوم والإيريديوم، وذلك في حالات الحرارة والضغط المعيارية.

To simplify comparisons of density across different systems of units, it is sometimes replaced by the dimensionless quantity “relative density” or “specific gravity”, i.e. the ratio of the density of the material to that of a standard material, usually water.

Thus, a relative density less than one means that the substance floats in water.

The density of a material varies with temperature and pressure. This variation is typically small for solids and liquids but much greater for gases.

Increasing the pressure on an object decreases the volume of the object and thus increases its density.

Increasing the temperature of a substance (with a few exceptions) decreases its density by increasing its volume.

### Glass Transition Temperature (Tg)

The glass transition temperature (Tg) is the temperature at which an amorphous solid becomes soft upon heating or brittle upon cooling.

The Tg is one of the most important properties of any epoxy and is the temperature region where the polymer transitions from a hard, glassy material to a soft, rubbery material.

The glass transition temperature is always lower than the melting temperature (Tm) of the crystalline state of the material, if one exists.

Glass transition temperature is the most important property of a polymer. The value of the glass transition temperature is directly related to the mechanical properties (strength, hardness, brittleness, elongation, etc.).

The glass transition temperature is more important in plastics applications than is the melting point, because it tells a lot about how the polymer behaves under ambient conditions.

If a polymer's glass transition temperature is well above ambient room temperature, the material behaves like a brittle glassy polymer (it is stiff with low impact resistance).

لتبسيط مقارنات الكثافة مع الأنظمة المختلفة للوحدات، يتم استبدالها غالباً بالكمية بلا أبعاد (الكثافة النسبية) أو (الثقل النوعي)، مثال: نسبة كثافة المادة إلى نسبة كثافة مادة معيارية (عادة الماء).

أي إذا كانت الكثافة النوعية أقل من واحد فإن المادة تطفو فوق الماء.

تختلف كثافة المادة باختلاف الحرارة والضغط، وهذا الاختلاف يكون صغيراً بالنسبة للمواد الصلبة والسائلة وأكبر بالنسبة للغازات.

تقلل زيادة الضغط على جسم ما من حجمه وبالتالي تزيد من كثافته.

تقلل زيادة حرارة المادة من كثافتها من خلال زيادة حجمها (مع بعض الاستثناءات).

### حرارة تحول الزجاج (Tg)

هي درجة الحرارة التي تتحول عندها مادة صلبة غير متبلورة إلى طرية بسبب التسخين، أو قصفة بسبب التبريد.

تعتبر واحدة من أهم خصائص راتنج الإيبوكسي، وهي منطقة الحرارة التي يتحول عندها عديد التماثر من مادة زجاجية قاسية إلى مادة طرية مطاطية.

تكون حرارة تحول الزجاج أخفض دائماً من حرارة انصهار الحالة البلورية للمادة، في حال وجودها.

حرارة تحول الزجاج هي الخاصية الأكثر أهمية بالنسبة لعدد التماثر، وترتبط قيمتها بالخصائص الميكانيكية مباشرة (القوة، القساوة، القصافة، الاستطالة، وغيرها).

حرارة تحول الزجاج أكثر أهمية في التطبيقات البلاستيكية من نقطة الانصهار، لأنها تخبرنا الكثير عن سلوك عديد التماثر في الظروف المحيطة.

إذا كانت حرارة تحول الزجاج لعدد التماثر فوق حرارة الغرفة المحيطة، ستسلك المادة سلوك عديد تماثر قصيف زجاجي (صلبة مع مقاومة اصطدام عالية).

Conversely, if the  $T_g$  is well below room temperature, the material is what is commonly termed a rubber or elastomer (soft and easily stretched).

Those materials whose  $T_g$  is reasonably close to the ambient temperature exhibit plastic material behavior (strong and tough with good impact resistance).

There are chemical compounds known as plasticizers that are used to decrease the glass transition temperature.

### Solubility

Solubility is the property of a solid, liquid, or gaseous chemical substance called solute to dissolve in a solid, liquid, or gaseous solvent to form a homogeneous solution of the solute in the solvent.

Restorations placed in the oral cavity require to be insoluble in oral fluids.

The tendency of cements to dissolve in the oral fluids can lead to marginal ditching, microleakage, recurrent caries, and ultimately failure of the restoration.

على العكس، إذا كانت حرارة تحول الزجاج تحت درجة حرارة الغرفة، ستكون المادة على شكل ما يسمى مطاط أو شبيهة بالمطاط.

تظهر هذه المواد التي تكون حرارة تحول الزجاج لها قريبة من الحرارة المحيطة سلوك المواد البلاستيكية (قوية، صلبة، مع مقاومة اصطدام عالية).

توجد مركبات كيميائية تعرف بالمواد الملدنة تستخدم لتقليل حرارة تحول الزجاج.

### الانحلالية

هي خاصية لمادة كيميائية صلبة، سائلة، أو غازية تسمى العنصر المنحل الذي ينحل في محل صلب، سائل، أو غازي ليشكل محلول متجانس من العنصر المنحل ضمن المحل.

يجب ألا تتحلل الترميمات الموضوعة في الحفرة الفموية بالسوائل الفموية.

يمكن أن يسبب ميل الاسمنتات للانحلال ضمن السوائل الفموية فراغاً حفاً، تسرباً مجهرياً، نخوراً ناكسة، وفشلاً نهائياً للترميم.

# الخصائص الحرارية

## Thermal Properties



**Thermal properties** are the response of a material to the application of heat.

### Thermal conductivity

Thermal conductivity is defined as the property of a material that indicates its ability to conduct heat through its body under a steady state condition.

It is measured in watts per meter per degree Kelvin (W/(mK)).

In Imperial units, thermal conductivity is measured in BTU/(hr.ft.°F)

It is defined as the quantity of heat in calories per second passing through a material 1 cm thick with a cross-section of 1 cm<sup>2</sup> having a temperature difference of 1 K (1°C) and is measured under a steady-state condition in which the temperature gradient does not change.

Thermal conductivity depends on many properties of a material, its structure and temperature.

The transfer of heat within a material takes place by **conduction**; in this process the materials do not move as a whole but the energy flows through the body of the material by the transfer of the molecular kinetic energy.

Various materials exhibit varying degrees of thermal conductivity (**Fig 1**).

**الخصائص الحرارية** هي: استجابة المادة لتطبيق الحرارة.

### الناقلية الحرارية

تعرف بأنها خاصية المادة التي تشير إلى قدرتها على نقل الحرارة عبر جسمها تحت حالة ثابتة.

تقاس بالواط لكل متر لكل درجة كيلفن (W/(mK)).

في الوحدات الكبيرة؛ تقاس الناقلية الحرارية بـ BTU/(hr.ft.°F).

تعرف بأنها كمية الحرارة في السرعات الحرارية لكل عبور ثانٍ عبر مادة بسمك 1 سم بمقطع عرض 1 سم<sup>2</sup> وذات فرق حراري 1 K (1°C) وتقاس بحالة ثابتة لا يتغير عندها المنحدر الحراري.

تعتمد الناقلية الحرارية على العديد من خصائص المادة، تركيبها وبنيتها.

يحدث انتقال الحرارة ضمن المادة بواسطة **التوصيل**؛ ففي هذه الحالة لا تتحرك المادة ككل بل تنتدق الطاقة عبر جسمها من خلال نقل الطاقة الحركية الجزيئية.

تظهر العديد من المواد تنوعاً في درجات الناقلية الحرارية (الشكل 1).

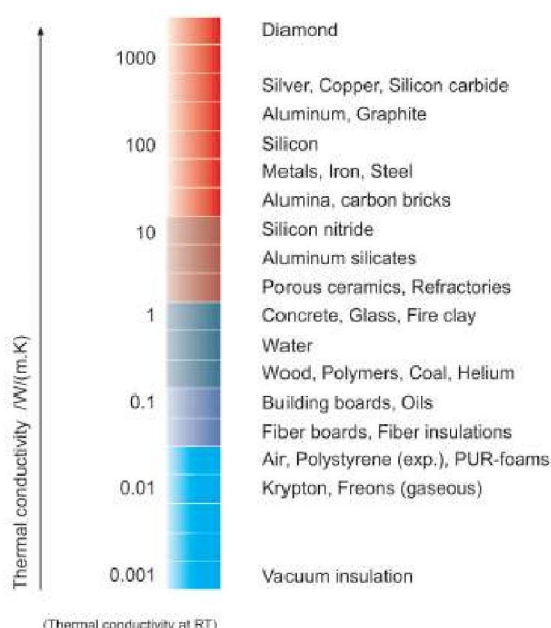


Figure 1: Thermal conductivity of various materials.

الشكل 1: الناقلية الحرارية لمواد متنوعة.

The divided bar method (steady-state method) is the most common way of measuring thermal conductivity.

The sample to be measured is placed between two samples of known conductivity (usually brass plates).

The sample is placed at the top of the vertical setup and the known conductivity brass bars are kept at the bottom.

To stop any convection within the sample, heat is supplied at the top and moved downwards.

After approximately 10 minutes, the measurements are taken after the whole sample becomes equally hot.

### Thermal diffusivity

Thermal diffusivity measures the ability of a material to conduct thermal energy relative to its ability to store thermal energy.

**Thermal diffusivity** is the thermal conductivity divided by density and specific heat capacity at constant pressure. It has the SI unit of  $m^2/s$ .

Thermal diffusivity is usually denoted by  $\alpha$  but  $a$ ,  $\kappa$ ,  $K$ , and  $D$  are also used. The formula is

$$\alpha = \frac{\kappa}{\rho \times C_p}$$

$\kappa$  is thermal conductivity (W/(mK))

$\rho$  is density ( $kg/m^3$ )

$C_p$  is specific heat capacity (J/(kgK))

### THERMAL EXPANSION

Thermal energy is due to the kinetic energy (internal energy) of the atoms or molecules at a given temperature.

At temperatures above absolute zero, atoms are in a constant state of vibration. The average amplitude of vibration depends upon the temperature; the higher the temperature, the greater will be the kinetic energy and amplitude of the atomic (or molecular) vibration increases.

تعتبر طريقة العارضة المقسمة (طريقة الحالة الساكنة) الطريقة الأكثر شيوعاً لقياس الناقلية الحرارية.

توضع العينة المراد قياسها بين عينتين بناقلية معروفة (عادة لوحين نحاسيتين مستطيلتين).

توضع العينة أعلى التجهيز وتوضع الألواح في الأسفل.

لإيقاف أي حمل حراري ضمن العينة؛ يتم التزود بالحرارة من الأعلى وتحرك للأسفل.

تؤخذ القياسات بعد 10 دقائق بعد أن تصبح كامل العينة متساوية حرارياً.

### معامل الانتشار الحراري

يقيس معامل التمدد الحراري قدرة المادة على نقل الطاقة الحرارية المتعلقة بقدرتها على تخزين الطاقة الحرارية.

**معامل الانتشار الحراري** هو الناقلية الحرارية مقسمة على كثافة وسعة حرارية محددة عند ضغط ثابت، ولها وحدة SI عند  $m^2/s$ .

يشار إلى معامل التمدد الحراري بـ  $\alpha$  ويمكن استخدام  $\kappa$ ,  $K$ ,  $D$  و  $a$ . الصيغة هي:

$$\rho \cdot C_p / \kappa = \alpha$$

$\kappa$ : الناقلية الحرارية (W/(mK)).

$P$ : الكثافة ( $kg/m^3$ ).

$C_p$ : سعة حرارية محددة (J/(kgK)).

### التمدد الحراري

الطاقة الحرارية ناتجة عن طاقة حركية (طاقة داخلية) للذرات أو الجزيئات عند درجة حرارة معينة.

تكون الذرات باهتزاز ثابت عند درجات حرارة فوق الصفر المطلق، وتعتمد السعة المتوسطة للاهتزاز على الحرارة؛ فكلما ارتفعت الحرارة، ستكون الطاقة الحركية أكبر وبالتالي تزيد سعة الاهتزازات الذرية أو الجزيئية.



As the amplitude and internal energy of the atoms increase, the interatomic spacing increases as well. The gross effect is an expansion known as thermal expansion.

If the temperature continues to increase, the interatomic spacing will increase and eventually a change of state will occur (e.g. solid to liquid).

### Coefficient of Thermal Expansion (CTE)

When a substance is heated, the kinetic energy of its molecules increases. This usually results in an expansion called **thermal expansion**.

The coefficient of thermal expansion describes how the size of an object changes with a change in temperature.

Specifically, it measures the fractional change in size per degree change in temperature at a constant pressure.

### Measurement of CTE

Several types of coefficients have been developed—volumetric, area, and linear. Which is used depends on the particular application. For **solids**, one might only be concerned with the change along a length, or area.

The volumetric thermal expansion coefficient is commonly used for fluids and gases. It is normally quoted in parts per million per degree Celsius rise in temperature (ppm/K).

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L \times \Delta T}$$

$\alpha$  (alpha) is CTE

L is original length of material

$\Delta L$  (delta L) is change in length

$\Delta T$  (delta T) is change in temperature

### Negative thermal expansion

A number of materials contracts on heating within certain temperature ranges; this is usually called negative thermal expansion.

مع ازدياد السعة والطاقة الداخلية للذرات، ستزداد المسافات بين الذرية، وسيكون التأثير الإجمالي هو التمدد المعروف بـ التمدد الحراري.

إذا استمرت الحرارة في الارتفاع، ستزداد المسافات بين الذرية، وستتغير الحالة في النهاية (مثلاً: من صلب إلى سائل).

### معامل التمدد الحراري (CTE)

عند تسخين المادة، ستزيد الطاقة الحركية للجزيئات، مما يسبب عادةً تمدداً يسمى **التمدد الحراري**.

يصف معامل التمدد الحراري كيفية تغير قياس جسم ما بتغير الحرارة.

بشكل خاص؛ يقيس التغير الجزئي في القياس لكل تغير في درجة الحرارة عند ضغط ثابت.

### قياس الـ (CTE)

تم تطوير العديد من المعاملات: حجمي، مساحي، خطي، ويعتمد خيار استخدامها على التطبيق الخاص، فالبنسبة للمواد الصلبة؛ يمكن الأخذ بعين الاعتبار معامل واحد مع التغير في الطول، أو المساحة.

يستخدم معامل التمدد الحراري الحجمي بشكل شائع مع السوائل والغازات، ويشار إليه بأجزاء من المليون لكل ارتفاع حراري لدرجة سيليسيوس (ppm/K).

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L \times \Delta T}$$

$\alpha$ : (ألفا) هي CTE

L: الطول الأصلي للمادة

$\Delta L$ : التغير في الطول

$\Delta T$ : التغير في الحرارة

### التمدد الحراري السلبي

تتقلص عدد من المواد عند التسخين ضمن مجالات حرارية معينة؛ وهو ما يسمى عادةً التمدد الحراري السلبي.

For example, the coefficient of thermal expansion of water drops to zero as it is cooled to  $3.983^{\circ}\text{C}$  and then becomes negative below this temperature; this means that water has a maximum density at this temperature, and this leads to bodies of water maintaining this temperature at their lower depths during extended periods of sub-zero weather.

Another example is pure silicon. It has a negative coefficient of thermal expansion for temperatures between about 18 and 120 Kelvin.

### Significance of CTE

1. The mismatch of thermal expansion and contraction between restorative materials and tooth may cause stresses at their interface, which may lead to microleakage.
2. Metal ceramics restorations require a close match between the CTE of the alloy and porcelain in order to reduce stresses in the porcelain. These stresses can cause immediate or delayed cracking in the ceramic.
3. An inlay wax pattern created in the mouth may contract when transferred to the colder room.
4. Denture teeth set in wax may shift slightly when room temperature changes.

على سبيل المثال؛ يتراجع معامل التمدد الحراري للماء عند تبريده إلى  $3.983^{\circ}\text{C}$  ومن ثم يصبح سلبياً تحت هذه الحرارة؛ وهذا يعني أن الماء لديه كثافة عظمى عند هذه الحرارة، وهذا يؤدي إلى كتل من الماء تحافظ على هذه الحرارة عند أخفض عمق خلال فترات طويلة من الطقس تحت الصفر.

المثال الآخر هو السيليكون النقي، الذي يمتلك معامل تمدد حراري سلبي لدرجات حرارة حوالي 18 و 120 كلفن.

### أهمية الـ CTE

1. يمكن أن يسبب عدم تطابق التمدد والتقلص الحراري بين المواد الترميمية والسن جهوداً عند سطوحها البينية، مما يسبب تسرب مجهري.
2. تتطلب الترميمات المعدنية الخزفية تطابقاً وثيقاً بين الـ CTE للخلائط والخزف من أجل تقليل الجهود على الخزف، فهذه الجهود قد تسبب تصدعاً فورياً أو متأخراً في الخزف.
3. قد يتقلص نموذج الشمع للحشوات الضمنية المغطية المشكلة ضمن الفم عند نقله إلى غرفة أكثر برودة.
4. قد تنحرف مجموعة الأسنان الصناعية قليلاً في الشمع عند تغيير حرارة الغرفة.

# الخصائص البصرية واللون

## Optical properties and Color

Light is a form of electromagnetic radiant energy within a certain portion of the electromagnetic spectrum that can be detected by the human eye.

The eye is sensitive to wavelengths from approximately 400 nm (violet) to 700 nm (dark red).

The combined intensities of the wavelengths present in a beam of light determine the property called **color**.

In order for an object to be visible, either it must emit light or it must reflect or transmit light falling upon it from an external source.

Objects of dental interest generally transmit light.

The incident light is usually polychromatic (mixed light of various wavelengths).

The reaction of an object to the incident light is to selectively absorb and/or scatter certain wavelengths.

The spectral distribution of the transmitted or reflected light will resemble that of the incident light although certain wavelengths will be reduced in magnitude.

Cone-shaped cells in the retina are responsible for color vision in humans. The eye is most sensitive to light in the green-yellow region and least sensitive at either extreme (i.e., red or blue).

### Dimensions of Color

The three dimensions of color are – hue, value and chroma.

#### Hue

Refers to the basic color of an object, e.g. whether it is red, green or blue.

#### Value

Colors can be separated into 'light' and 'dark' shades.

الضوء شكل من أشكال الطاقة الإشعاعية ضمن جزء محدد من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يمكن كشفه بالعين البشرية.

تكون العين حساسة للأطوال الموجية من ما يقارب 400 نانومتر (البنفسجية) إلى الـ 700 نانومتر (الأحمر القاتم).

تحدد الكثافات المشتركة من الأطوال الموجية الموجودة ضمن حزمة ضوئية ما يدعى **اللون**.

لكي يكون الجسم مرئي؛ ينبغي عليه إما أن يصدر الضوء الوارد إليه من مصدر خارجي، أو يعكسه، أو ينقله.

تنقل الأجسام السنية عادةً الضوء.

يكون الضوء الوارد عادةً متعدد الألوان (مزيج ضوئي لعدة أطوال موجية).

يستجيب جسم ما للضوء بالامتصاص التلقائي و/أو تشتيت أطوال موجية محددة.

يكون التوزيع الطيفي للضوء المنقول أو المعكوس مماثلاً للضوء الوارد على الرغم من أن بعض الأطوال الموجية المحددة سينتاقص مقدارها.

تكون الخلايا المخروطية في الشبكية مسؤولة عن رؤية اللون عند البشر، وتكون العين أكثر حساسية للضوء في منطقة الأخضر-أصفر وأقل حساسية على الطرفين (مثال: الأحمر أو الأزرق).

### أبعاد الضوء

الأبعاد الثلاثة للضوء هي: درجة اللون، الشدة، والكثافة.

### درجة اللون

يشير إلى اللون الأساسي للجسم، مثال: أحمر، أخضر، أو أزرق.

### قيمة اللون

يمكن أن تتفصل الألوان إلى "فاتح" و "قاتم".



## Chroma

A particular color may be dull or more 'vivid', this difference in color intensity or strength is called chroma.

The three dimensions of color is represented in Figs. 1 and 2.

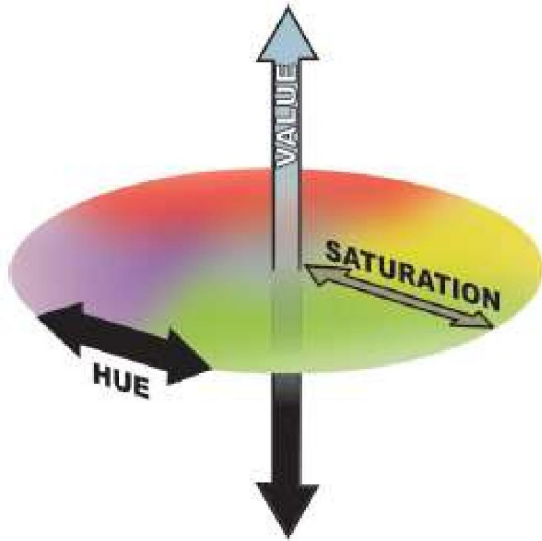


Figure :1 Illustration representing the three dimensions of color.

الشكل 1: مخطط توضيحي للأبعاد الثلاثة للضوء

## Measurement of Color

One of the most commonly used method to define and measure color quantitatively is the Munsell System.

It is a coordinate system which can be viewed as a cylinder.

The lines are arranged sequentially around the perimeter of the cylinder, while the chroma increases along a radius from the axis.

The value coordinate varies along the length of the cylinder from black at the bottom to neutral grey at the center to white at the top.

## METAMERISM

The appearance of an object depends on the type of the light by which the object is viewed.

Daylight, incandescent lamps and fluorescent lamps are all common sources of light in the dental operator.

## إشباع اللون

يمكن أن يكون اللون الخاص كامد أو مشرق، وهذا الاختلاف في الكثافة أو القوة يسمى إشباع اللون.

تظهر الأبعاد الثلاثة للون في الشكلين 1 و2.

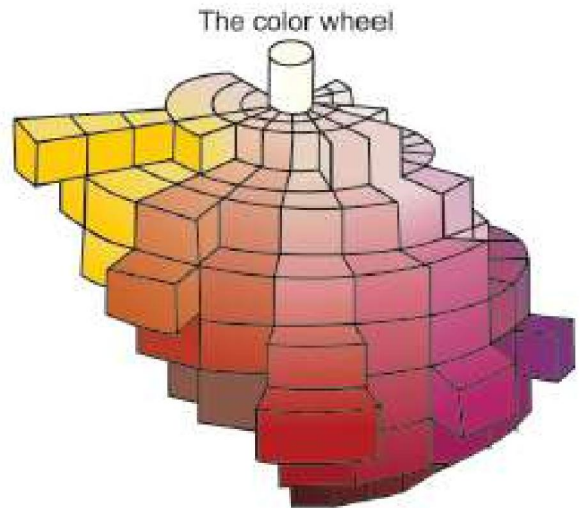


Figure 2.20 Munsell color solid is also used to demonstrate the three dimensions of color.

الشكل 2: يستخدم لون مونسيل أيضاً من أجل توضيح الأبعاد الثلاثة للضوء.

## قياس اللون

يعتبر نظام مونسيل واحداً من أكثر الطرق شيوعاً لتعريف اللون وقياسه كمياً.

وهو نظام إحداثيات يمكن مشاهدته على شكل أسطواني.

تصطف الخطوط بشكل متعاقب حول محيط الأسطوانة، في حين يزداد إشباع اللون حول نصف قطر المحور.

يختلف محور قيمة اللون على طول الأسطوانة من الأسود عند القاعدة إلا الرمادي المحايد عند المركز إلى الأبيض في القمة.

## التصاوغ البنيوي

يعتمد مظهر الجسم على نوع الضوء الذي يرى فيه.

يعتبر ضوء النهار، المصابيح المتوهجة، والمصابيح الفلورية من المصادر الضوئية الشائعة في المعالجة السنية.

Objects that appear to be color matched under one type of light may appear very different under another light source. This phenomenon is called **metamerism**.

### Tooth esthetics

Reproducing a tooth—both art and science. The esthetics of a dental restoration is determined by

1. Shape
2. Color
3. Texture

The shade and color of a tooth is a complex interplay of many factors. **The color of the tooth is determined** by the shade, thickness and composition of the enamel and dentin, the pulp chamber, extrinsic stains, color reflections from the gum and adjacent teeth and the incident light itself.

Light is a form of energy and must obey the basic law of conservation of energy which states that energy cannot be created or destroyed but only changed from one form into another or transferred from one object to another.

$$\text{Light Incident} = \text{Light Reflected} + \text{Light Scattered} + \text{Light Transmitted} + \text{Light Absorbed} + \text{Light Fluoresced} + \text{Light changed to heat}$$

### Transparence, Translucence, and opacity

A **transparent** object allows all the light to pass through an object, whereas a **translucent** object allows only partial passage of light.

For example, plain glass is transparent, whereas frosted glass is translucent.

An object which does not allow any passage of light is said to be **opaque**.

يمكن أن تظهر الأشياء التي تتطابق لونياً تحت نوع واحد من الضوء مختلفة تحت مصدر ضوئي آخر، حيث تسمى هذه الظاهرة **بالتصاوغ البنيوي**.

### الجماليات السنية

هي إعادة تشكيل السن جمالياً وعلمياً، وتحدد جماليات الترميم السني من خلال:

1. الشكل.
2. اللون.
3. التركيب.

إن ظل ولون السن ينتج عن تفاعل مشترك للعديد من العوامل، إذ **يحدد لون السن بالظل**، الشخانة، وتركيب الميناء والعاج، والحجرة اللبية، التصبغات الخارجية، انعكاسات اللون من اللثة والأسنان المجاورة والضوء الوارد بحد ذاته.

الضوء شكل من أشكال الطاقة ويجب أن يمتثل إلى القانون الأساسي لحفظ الطاقة، الذي ينص على أن الطاقة لا يمكن أن تخلق أو تفتنى بل تتغير من شكل إلى آخر وتنتقل من جسم إلى آخر.

### الشفافية، نصف الشفافية، والكمود

يسمح **الجسم الشفاف** بمرور كامل الضوء عبره، في حين يسمح الجسم **نصف الشفاف** بمرور جزئي للضوء.

على سبيل المثال: الزجاج الصرف شفاف، أما الزجاج الباهت فهو نصف شفاف.

يقال عن الجسم الذي لا يسمح بأي مرور للضوء بأنه **كامد**.



## Relevance

Teeth and oral tissue are translucent and allow passage of some of the incident light.

In some individuals, the enamel may be translucent or in rare circumstances transparent.

This may be particularly evident in the incisal edges of upper or lower incisors.

Metal-ceramic restorations are opaque unlike natural teeth which are translucent (Fig. 3).

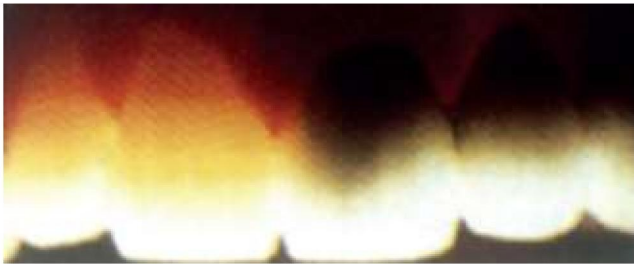


Figure 3: Poor translucency exhibited by the metal-ceramic restoration on the right when compared to the natural teeth (left).

الشكل 3: شفافية سينة على الترميمات الخزفية المعدنية على اليمين مقارنة بالأسنان الطبيعية على اليسار.

One of the reasons for improved esthetics with all-ceramic restorations is the improved translucency.

## Fluorescence

Natural tooth structure also absorbs light of wavelengths which are too short to be visible to the human eye.

These wavelengths between 300 to 400 nm are referred as **near ultraviolet**.

Natural sunlight, photoflash lamps, certain types of vapor lamps and the ultraviolet lights used in decorative lighting are all sources containing substantial amounts of near U-V radiation and invisible U-V light (also called black light).

This energy that the tooth absorbs is converted into light with larger wavelengths, in which case the tooth actually becomes a light source. The phenomenon is called **fluorescence** (Fig. 4).

## الصلة بالموضوع

الأسنان والنسيج الفموي نصف شفافة وتسمح بمرور بعض الضوء الوارد.

يمكن أن يكون الميناء عند بعض الأشخاص نصف شفاف، وفي بعض الحالات النادرة شفافاً كلياً.

يمكن أن يحدث هذا الأمر بشكل خاص عند الحدود القاطعة للقواطع العلوية السفلية.

الترميمات المعدنية الخزفية كامدة على عكس الأسنان الطبيعية التي تكون نصف شفافة (الشكل 3).



Figure 4: Composite restoration (on right central incisor) showing greater fluorescence.

الشكل 4: يظهر ترميم الكمبوزيت (على القاطعة المركزية اليمنى للمريض) تألقاً أكبر.

تحسُّن الشفافية هو واحد من أسباب تحسين جماليات الترميمات الخزفية الكاملة.

## التألق

تمتص نسيج السن الطبيعية الضوء ذا الأطوال الموجية القصيرة جداً لتتم رؤيتها بالعين البشرية.

تسمى الأطوال الموجية بين 300 إلى 400 نانومتر بـ **فوق البنفسجية القريبة**.

يعتبر ضوء الشمس الطبيعي، المصابيح الوامضة، أنواع محددة من المصابيح البخارية والأضواء فوق البنفسجية المستخدمة في التزيين من المصادر التي تحتوي على كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية القريبة والضوء فوق البنفسجي غير المرئي (وتدعى أيضاً بالضوء الأسود).

تتحول هذه الطاقة التي يمتصها السن إلى ضوء مع الأطوال الموجية الأكبر، في مثل هذه الحالات يصبح لسن مصدراً للضوء، وتدعى هذه الظاهرة **بالتألق** (الشكل 4).

The emitted light is primarily in 400-450 nm range, having blue white color.

Improved fluorescence adds esthetic value to artificial restorations.

### Relevance

In UV light a natural tooth emits a weak whitish-blue fluorescence. This should be taken into account when selecting restoratives.

If restorative materials do not offer this property of fluorescence, they will look dark in UV light (Fig. 5), and the restored tooth will stand out against the other teeth in the mouth.



**Figure 5: Artificial crown on left central appears dark under UV light because of insufficient fluorescence.**

Some patients want their restorations to match natural tooth under fluorescent light conditions, e.g. in stage shows and discotheques.

Some porcelain restorations are able to match the natural teeth under fluorescent lighting.

### CLINICAL CONSIDERATIONS

Esthetics play a very important role in modern dental treatment. The ideal restorative material should match the color of the tooth it restores.

In maxillofacial prosthetics the color of the gums, external skin and the eyes have to be duplicated.

Clinically in the operatory or dental lab, color selection is usually done by the use of shade guides (Fig. 6).

يتمتع الضوء الصادر ضمن مجال 400-450 نانومتر بلون أزرق مبيض.

يضيف التألق المحسّن قيمة جمالية للأسنان الاصطناعية.

### الصلة بالموضوع

يصدر السن الطبيعي في الضوء فوق البنفسجي تألقاً أزرقاً مبيضاً ضعيفاً، وهذا الأمر يجب أخذه بالحسبان عند اختيار الترميمات.

إذا كانت المادة الترميمية لا تؤمن هذه الخاصية من التألق، فإنها سوف تظهر قاتمة في الضوء فوق البنفسجي (الشكل 5)، وسيبرز السن المرمم مغايراً للأسنان الأخرى في الفم.

الشكل 5: يظهر التاج الصناعي على الثنية اليسرى عاتماً تحت الضوء فوق البنفسجي نتيجة التألق غير الكافي.

يرغب بعض المرضى أن تطابق ترميماتهم السن الطبيعي تحت حالات الضوء المتألق، مثل: العروض المسرحية والديسكوهات. يمكن لبعض الترميمات الخزفية أن تطابق الأسنان الطبيعية تحت الضوء المتألق.

### الاعتبارات السريرية

تلعب الجماليات دوراً مهماً في المعالجة السنية الحديثة، فينبغي على المادة الترميمية المثالية أن تطابق لون السن وتستعيد.

يجب أن يتم نسخ لون اللثة، الجلد الخارجي والعيون في التعويضات الوجهية الفكية.

سريرياً؛ خلال المعالجة أو في المخبر السني؛ يتم اختيار اللون عادةً باستخدام دلائل الألوان (الشكل 6).

These are used in much the same way as paint chips are used to select the color for house paint.

The process of selection is described in (Figs. 7: A to C).

Digital shade guides are also available (Figs. 8: A to C).

The probe is simply placed against the tooth and on the press of a button the reading is displayed on the screen.

The device is also useful to measure the progress of bleaching.

تستخدم دلائل الألوان بنفس طريقة استخدام رقائق الطلاء المستخدمة لاختيار لون طلاء المنزل.

تم وصف عملية الاختيار بالشكل 7: A إلى C.

دلائل الألوان الرقمية متوفرة أيضاً (الشكل 8).

يوضع المسبر ببساطة مقابل السن وعند الضغط على الزر تظهر القراءة على الشاشة.

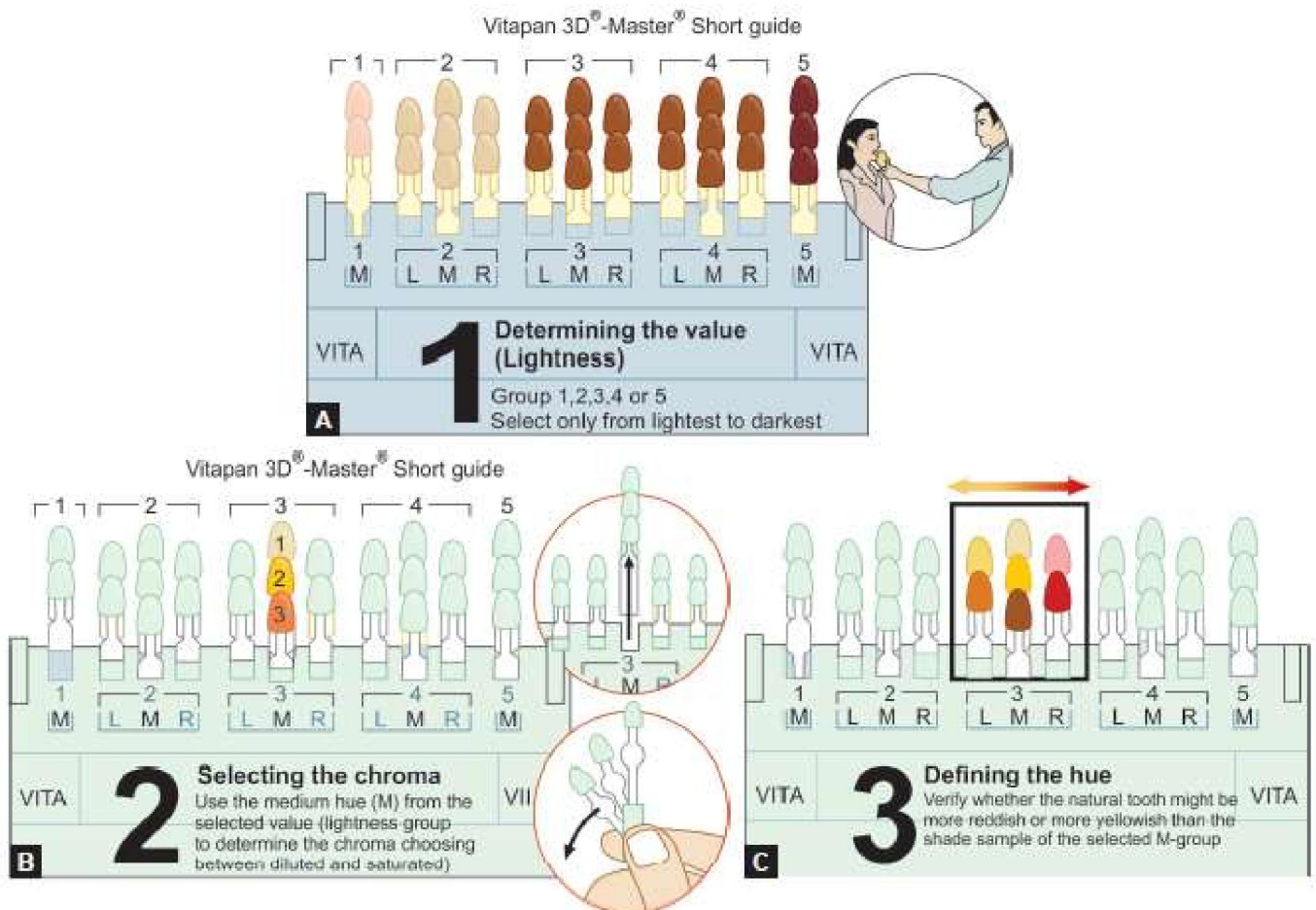
هذا الجهاز مفيد أيضاً لقياس عملية التبييض.



Figure 6: The Vitapan 3D Master is used as a guide for selecting tooth color.

الشكل 6: دليل اختيار لون السن Vitapan 3D Master.





Figures 7: A to C Selecting the color using the Vitapan system. The color is determined in 3 steps. Step 1 determines the value. Step 2 determines the chroma (basic saturation). Step 3 determines the hue (basic color). The figure shows step 1. The guide is held along the patient's face at arm's length.

(الشكل 7): A إلى C اختيار اللون باستخدام نظام Vitapan. يتم تحديد اللون بثلاثة خطوات: الخطوة 1: تحديد قيمة اللون. الخطوة 2: تحديد إشباع اللون (الإشباع الأساسي). الخطوة 3: تحديد اللون الأساسي. يظهر الشكل الخطوة 1 والدليل مثبت على طول وجه المريض على بعد ذراع.



Figures 8: A to C (A) Digital shade guide – VITA Easyshade Advance 4. (B) The shade is selected by placing the probe against the tooth. (C) The reading is displayed on the screen.

الشكل 8: A: دليل الألوان الرقمي. B: VITA Easyshade Advance. يتم اختيار اللون بوضع المسبر مقابل السن. C: تظهر القراءة على الشاشة.

# الخصائص الشعاعية

## Radiological properties

## Radiopacity and Radiolucency

**Radiopacity** may be defined as the quality or property of a material to obstruct the passage of radiant energy, such as X-rays. Thus, materials that inhibit the passage of electromagnetic radiation are called **radiopaque**.

On the other hand, those that allow radiation to pass more freely are referred to as **radiolucent**.

## Significance in dentistry

Radiography plays a significant role in dentistry. It is very useful as a diagnostic tool.

Radiographs help to detect problems within the restorations, teeth, bone, etc.

Manufacturers add certain elements in many dental materials in order to make them radiopaque.

Commonly used elements are heavy metal glasses (strontium or barium glasses) and compounds (barium sulphate) and metal oxides (zirconium dioxide and ytterbium oxide).

Pure polymers like acrylic resins and bis-GMA are radiolucent.

Composites, ceramics and metals are radiopaque, with metals showing the highest radiopacity.

## Measurement of radiopacity

Human tissues like teeth, bone and soft tissue have varying levels of radiopacity.

Within the tooth, the enamel is more radiopaque than dentin. Radiopacity similar to hard tissues of the body provide an optimal contrast for diagnosis.

If the radiopacity of material is too low, it will not be visible.

**Generally, a restorative material should have radiopacity slightly greater than that of enamel in order to present a contrast.**

The thickness of the material also affects its radiographic properties. Radiopacity increases with increase in thickness.

## الظلالية الشعاعية والشفافية الشعاعية

يمكن أن تعرف **الظلالية الشعاعية** بأنها: ميزة أو خاصية المادة بمنع مرور الطاقة الشعاعية مثل: الأشعة السينية. وبالتالي تدعى المواد التي تمنع مرور التيار الكهرومغناطيسي بالمواد **الظليلة شعاعياً**.

من ناحية أخرى؛ تسمى المواد التي تسمح بمرور الإشعاع بحرية أكبر بالمواد **الشفافة شعاعياً**.

## الأهمية في طب الأسنان

يلعب التصوير اشعاعي دوراً هاماً في طب الأسنان، فهو أداة تشخيصية مهمة.

تساعد الصور الشعاعية في الكشف عن المشاكل ضمن الترميمات، الأسنان والعظم، وغيرها.

أضافت المصانع عناصر محددة للعديد من المواد السنية من أجل جعلها ظليلة شعاعياً.

العناصر الأكثر استخداماً هي: زجاج المعادن الثقيلة (زجاج الباريوم والسترونتيوم)، والمركبات (سلفات الباريوم)، والأكاسيد المعدنية (أكسيد الزركونيوم وأكسيد اليتيربيوم).

تكون عديدات التماثر مثل الراتجات الإكريلية و الـ bis-GMA شفافة شعاعياً.

الكمبوزيت، الخزف، والمعادن ظليلة شعاعياً.

## قياس الظلالية الشعاعية

تمتلك الأنسجة الفموية مثل الأسنان، العظام، والنسج الرخوة مستويات متنوعة من الظلالية الشعاعية.

ضمن السن؛ يكون المينا أكثر ظلالية من العاج، وتؤمن الظلالية الشعاعية المماثلة للأنسجة الصلبة للجسم تبايناً مثالياً من أجل التشخيص.

إذا كانت الظلالية الشعاعية للمادة منخفضة جداً، فإنها ستكون غير مرئية (على الأشعة).

**عموماً؛ يجب أن تكون الترميمات السنية أكثر ظلالية شعاعية بقليل من المينا لتظهر تبايناً.**

تؤثر ثخانة المادة أيضاً على خصائصها الشعاعية، فالظلالية تزيد بزيادة الثخانة.



Aluminum is used as a standard to measure radiopacity. The radiopacity of a material is expressed as equivalent thickness of aluminum (millimetres of aluminum).

Typically, an aluminum step wedge is used for comparative studies.

Specimens of specified thickness are radiographed together with the step wedge for comparison (Fig. 1).

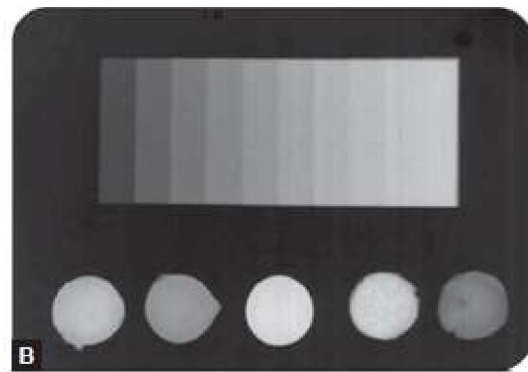
يستخدم الألمنيوم كعنصر معياري لقياس الظلالية الشعاعية، حيث يتم التعبير عن الظلالية الشعاعية بثخانة مكافئة للألمنيوم (مليمترات من الألمنيوم).

نموذجياً؛ يستخدم وتد الألمنيوم مدرج في الدراسات المقارنة.

يتم التصوير الشعاعي لعينات بثخانات محددة إلى جانب الود من أجل المقارنة (الشكل 1).



**A**



**B**

**Figures 1: (A) Aluminum step wedge. (B) Radiograph of step wedge with specimens.**

الشكل 1: A: وتد الألمنيوم مدرج. B: صورة شعاعية للود مع العينات.

<i>Ingredient</i>	<i>Al equivalent (mm) approx.</i>
Enamel	4-4.3
Dentin	2.2-2.5
Composites	1.5-6.2
ZOE endodontic sealer (Kerr)	8.9
Pro-Root MTA	2.5
Compoglass	4
Zinc phosphate cement (Hoffman)	6.5
Zinc polycarboxylate cement (Hoffman)	3.6
Cercon (core ceramic)	8.73
Cercon ceram S (veneering ceramic)	1.71

# الخصائص المغناطيسية للمادة

## Magnetic Properties of Matter

**Magnetism** is a class of physical phenomena that are mediated by magnetic fields.

Electric currents and the fundamental magnetic moments of elementary particles give rise to a magnetic field.

All matter exhibits magnetic properties when placed in an external magnetic field.

Aristotle attributed the first of what could be called a scientific discussion on magnetism to Thales of Miletus.

### Classification

Depending on whether there is an attraction or repulsion by the pole of a magnet, matter is classified as being either

1. **Paramagnetic**—attracted to a magnetic field
2. **Diamagnetic**—repulsed by a magnetic field

### Terms

#### Magnetic field

A magnetic field is the magnetic effect of electric currents and magnetic materials (**Fig. 1**).

**المغناطيسية**: هي نوع من الظواهر الفيزيائية التي يتوسطها حقل مغناطيسي.

تسبب التيارات الكهربائية والعزوم المغناطيسية الأساسية للجسيمات الأولية حقلاً مغناطيسياً.

تُظهر جميع المواد خصائصاً مغناطيسية عند وضعها في حقل مغناطيسي خارجي.

عزى أرسطو أول ما يمكن القول عنه أنه مناقشة علمية عن المغناطيسية إلى طاليس المالطي.

### التصنيف

يمكن تصنيف المادة اعتماداً على وجود تجاذب أو تنافر لقطب المغناطيس إلى:

**عالية / التمغط**: تتجذب للحقل المغناطيسي.

**ضعيفة / التمتعط**: تنفر عن الحقل المغناطيسي.

### المصطلحات

#### الحقل المغناطيسي

الحقل المغناطيسي هو التأثير المغناطيسي للتيارات الكهربائية والمواد المغناطيسية (الشكل 1).

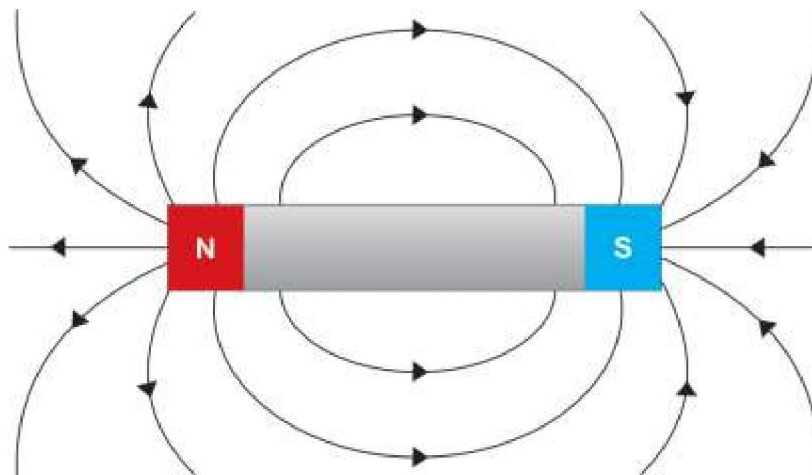


Figure 1: Representation of magnetic field.

الشكل 1: نخط ترسمي للحقل المغناطيسي.

The magnetic field at any given point is specified by both a direction and a magnitude (or strength).

يكون الحقل المغناطيسي عند أية نقطة محدداً باتجاه ومقدار (أو قوة).

**Magnetic moment:**

The magnetic moment (or magnetic dipole moment) of an object is a measure of the object's tendency to align with a magnetic field. It is a vector quantity.

The object will tend to align itself so that its magnetic moment vector is parallel to the magnetic field lines.

Some materials like iron (ferromagnets) have permanent magnetic moments. Most materials do not have permanent moments.

**Ferromagnetism**

It is the basic mechanism by which certain materials can retain their magnetization when the external field is removed.

Examples of ferromagnetic substances include iron, nickel, cobalt and some of the rare earth elements, such as gadolinium and dysprosium.

**Nonmagnetic substances**

Substances that are negligibly affected by magnetic fields are known as nonmagnetic substances. They include copper, aluminium, gases, and plastic.

Pure oxygen exhibits magnetic properties when cooled to a liquid state.

**Magnetocrystalline anisotropy**

Magnets are capable of producing high forces relative to their size due to the property of magnetocrystalline anisotropy.

Samarium-cobalt ( $\text{SmCo}_5$ ) and neodymium-iron-boron magnets ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ) magnets not only have the property of magnetocrystalline anisotropy, but they also have high coercivity.

**Coercivity**

It is the ability of the magnet to resist demagnetization.

Materials with high magnetic anisotropy usually have high coercivity.

**العزم المغناطيسي**

العزم المغناطيسي (أو العزم ثنائي القطب المغناطيسي) للجسم هو: قياس ميل الجسم للاصطفاف مع الحقل المغناطيسي، وهو مقدار موجّه.

سيميل الجسم للاصطفاف بنفسه بحيث يكون موجّه عزمه المغناطيسي موازياً لخطوط الحقل المغناطيسي.

تمتلك بعض المواد مثل الحديد (مغناطيس حديدي) عزوماً مغناطيسية دائمة، بالمقابل فإن غالبية المواد لا تمتلك عزوماً دائمة.

**المغناطيسية الحديدية**

وهي الآلية الأساسية التي يمكن لبعض المواد من خلالها أن تحافظ على تمغنطها بعد زوال الحقل المغناطيسي.

من الأمثلة على مواد المغناطيسية الحديدية: الحديد، النيكل، الكوبالت وبعض العناصر النادرة على الأرض مثل: الغادولينيوم والدسبروزيوم.

**المواد غير الممغنطة**

هي المواد التي تتأثر على نحو بسيط بالحقل المغناطيسي، وتتضمن: النحاس، الألمنيوم، الغازات والبلاستيك.

يظهر الأكسجين النقي خصائصاً مغناطيسية عند تبريده إلى الحالة السائلة.

**تباين الخواص البلورية المغناطيسية**

المغناطيسات قادرة على توليد قوى كبيرة مرتبطة بحجمها نتيجة لتباين خواصها البلورية المغناطيسية.

لا تمتلك مغناطيسات السمريوم-كوبالت ( $\text{SmCo}_5$ ) و النديميوم-حديد-بورون ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ) خاصية التباين البلوري المغناطيسي فقط بل تمتلك خاصية قسرية عالية أيضاً.

**الخاصية القسرية**

هي قدرة المغناطيس على مقاومة إزالة التمغنط.

تمتلك المواد ذات التباين المغناطيسي عادةً خاصية قسرية كبيرة.



## الأنواع

## Types

1. Ceramic magnets are used in refrigerators and elementary-school science experiments, contain iron oxide in a ceramic composite. Most ceramic magnets, sometimes known as ferric magnets, aren't particularly strong.

2. Alnico magnets are made from aluminium, nickel and cobalt. They're stronger than ceramic magnets, but not as strong as the ones that incorporate a class of elements known as rare-earth metals.

3. Neodymium magnets contain iron, boron and the rare-earth element neodymium.

Compared to other available magnets, neodymium magnets are the strongest permanent magnets available. Today they are used in computer hard drives, speakers, electric motors, wind turbines, etc.

4. Samarium cobalt magnets combine cobalt with the rare-earth element samarium.

5. In the past few years, scientists have also discovered magnetic polymers, or plastic magnets.

1. تستخدم المغناطيسات الخزفية في البرادات، التجارب العلمية في المدارس الابتدائية، الكمبيوتر الخزفي الحاوي أكسيد الحديد، ومعظمها غير قوية وتعرف أحياناً بالمغناطيسات الحديدية.

2. تصنع مغناطيسات ألنيكو من النيكل تيتانيوم والكوبالت، وهي أقوى من الخزفية، ولكنها ليست بقوة المغناطيسات المدمجة مع أحد العناصر المعروفة بمعادن الأرض النادرة.

3. مغناطيسات النديميوم الحاوية الحديد، البورون وعنصر النديميوم النادر.

4. بمقارنة مغناطيسات النديميوم مع المغناطيسات الأخرى المتوفرة فإنها تعتبر المغناطيسات الأقوى المتوفرة.

حالياً؛ تستخدم في سواقات الحواسيب الصلبة، مكبرات الصوت، المحركات الكهربائية، وعنفات الرياح، وغيرها.

5. تدمج مغناطيسات السمريوم - كوبالت الكوبالت مع عنصر السمريوم النادر.

6. اكتشف العلماء في السنوات القليلة الماضية مغناطيسات عديدة التماثر، والمغناطيسات البلاستيكية.

## الاستخدامات

## Uses

## Magnetic resonance imaging

Magnetic resonance imaging (MRI), nuclear magnetic resonance imaging (NMRI), or magnetic resonance tomography (MRT) is a medical imaging technique used in radiology to investigate the anatomy and physiology of the body in both health and disease.

MRI scanners use strong magnetic fields and radiowaves to form images of the body.

The technique is widely used in hospitals for medical diagnosis.

## التصوير بالرنين المغناطيسي

يستخدم التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، التصوير بالرنين المغناطيسي النووي (NMRI)، أو التصوير الطبقي بالرنين المغناطيسي (MRT) كتقنية تصوير طبية في علم الأشعة لفحص التشريح وفيزيولوجيا الجسم في الصحة والمرض.

تستخدم ماسحات الـ MRI حقولاً مغناطيسية قوية وموجات راديوية لتشكل صورة للجسم.

تستخدم هذه التقنية بشكل كبير في المشافي من أجل التشخيص الطبي.

## في طب الأسنان

## In dentistry

Magnets have generated great interest within dentistry. They have been used for various applications in orthodontics and prosthodontics.

Earlier use of magnets was limited due to the unavailability of small size magnets, but after the introduction of rare earth magnets and their availability in smaller sizes, their use has increased considerably. They can be placed within prostheses without being obtrusive.

**In orthodontics** Their main use in orthodontics has been for tooth movement

**In prosthodontics** They are primarily used as retentive aids in maxillofacial prosthesis and in tooth and implant supported (Figs. 1 and 2).

حظيت المغناطيسيات باهتمام كبير في طب الأسنان، فهي تستخدم في العديد من التطبيقات في التقويم والتعويضات.

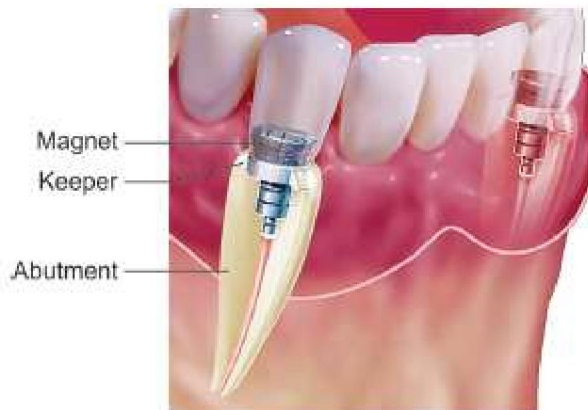
كان الاستخدام السابق للمغناطيسيات محدوداً نتيجة لعدم توفرها بأحجام صغيرة، ولكن استخدامها تزايد بعد إدخال المغناطيسيات الترابية النادرة وتوفرها بأحجام صغيرة، فمن الممكن وضعها ضمن التعويضات دون أن تشكل عائق.

**في التقويم:** استخدامها الرئيسي في الحركة السنية.

**في التعويضات:** تستخدم بشكل أساسي كمتبئات للتعويضات الوجهية الفكية وفي دعم الأسنان والزرعات (الشكل 1 و 2).



الشكل 1: المغناطيس السني. Figure :1 Dental magnet.



الشكل 2: المغناطيس السني. Figure :2 Dental magnet.